

भारत सरकार
GOVERNMENT OF INDIA
राष्ट्रीय पुस्तकालय, कलकत्ता ।
NATIONAL LIBRARY, CALCUTTA.

वर्ग संख्या

Class No.

पुस्तक संख्या

Book No.

रा० पु०/ N. L. 38.

Mar

625.26

K 689

MGIPC—S4 —9 LNL/66—13-12 -66—1,50,000.

Maharashtra Kosha Mandal L

Poona.

(~~विद्युन्मार्ग~~ कोशमंडळ लि. पुणे
BY THE SAME AUTHOR.)

ADVERTISEMENT.

—o—

VIDYUNMARGA

OR

ELECTRIC-ROAD

78 DIAGRAMS.

ESPECIALLY

For the use of Native Telegraph Clerks.

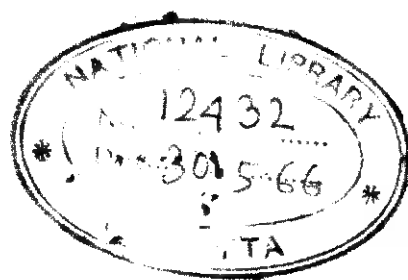
—

SHELF LISTE

Mar

625.26

K 689



OPINIONS &c..
(Private and Official.)

A TREATISE ON TELEGRAPHY.

We beg to acknowledge with thanks receipt of "A Treatise on Telegraphy in Theory, History, and Practice," for the use of Native Signallers, compiled by Vishnu Chimnaji Karve, Station Master Holkar State Railway, Bulwara. The work is printed in Maráthi with 78 neatly executed diagrams, and is dedicated to Mr. G. B. Stacey, General Superintendent Indian Sub-marine Telegraph Company, Limited, Bombay. This treatise is especially recommended to the Native employées in the Telegraph Department, who are studying the Morse and Needle systems of Telegraphy.

This is the first treatise of the kind written in Maráthi, and treats very fully on Magnetism and Electricity in various phases, Instruments for signalling, Construction of Electric Road, Land Lines, Sub-marine Lines, Instructions for Beginners, &c., &c., &c. It will no doubt assist to make the science of Telegraphy very popular among the Natives, and we would suggest that the work be printed in Guzerathi, Urdu and Bengali.

We hope Mr. Vishnu Chimnaji will get his reward for the great pains he has taken in compiling such a valuable work, and hope

(2)

that Government will recognise his exertions in some tangible shape.

We understand that his Highness Maharajah Holkar has recognized the exertions of Mr. Vishnu Chimnaji Karve, the compiler of the " Treatise on Telegraphy " in Marathi, by ordering 50 copies of the book to be purchased, besides a present of one hundred rupees. This is very encouraging.

It affords us great pleasure to learn that Mr. Vishnu Chimnaji Karve, the author of " A Treatise on Telegraphy," is receiving great encouragement in his useful work. The Director of Public Instruction at Bombay has purchased 50 copies, and the Rajah of Dhar has taken 6 copies, besides a present of Rs. 15. *Indian Railway Service Gazette Jubbulpoor.*

INDORE 7th May 1877.

DEAR SIR,

I am glad to inform you that His Highness has ordered 50 copies of your book to be purchased and Rs. 100 given to you as a present. I therefore think it would be better for you to come here once to receive the money.

Yours Sincerely,

(Signed) D. S. GARUD,

To,

VISHNU CHIMNAJEE Esq.,

STATION MASTER

Ajanti

EASTERN TELEGRAPH COMPANY.

Bombay 5th February 1877

Vishnu Chinnaji Karve Esquire

Station Master Ajanty Holkar State Railway.

SIR,

I have to acknowledge with many thanks your letter of the 3rd inst. and copy of your work on telegraphy.

I am sorry that the work should have been dedicated to me as I am of opinion that all works on science or on a scientific subject should only be dedicated to persons, who have become authorities or "shining lights" in that science, I am never-the-less very much obliged to you for the honor you have conferred on me.

I am much pleased with the get up of the work which is very creditable. The woodcuts are however very poor, and here I may perhaps be able to be of use to you in future editions.

I am about to proceed to England and if I can obtain the loan of any "blocks," I may be able to bring out some better illustration on telegraphic subjects. I think I shall be able to do so, but you must not take this as an absolute promise.

Will you be good enough to send me 5 more copies of your work. I enclose Rs. 16(15) for the cost of six, including the one already sent which I beg you will permit me to pay for, and 1/- for carriage. If

(4)

carriage should exceed that sum please let me know and I will remit later.

I propose to present one copy to the society of Telegraph Engineer London if they will accept it which I hope will be the case.

I am sir,
yours truly

(Signed) GEO B. STACEY.

TELEGRAPH DEPARTMENT.

Electricians office Alipoor

The 26th of February 1877.

Dear Sir,

Mr. Schwendler has requested me to return to you the enclosed documents, and to convey to you the assurance of his pleasure in accepting the dedication of your Marathi work on telegraphy, which he is sure will prove of great utility.

I am, Dear Sir,
Yours faithfully

(Signed) R. S. BRAUGH
Officiating Electrical Superintendent

TO

MR. VISHNU CHIMNAJI.

(5)

**GREAT INDIAN PENINSULA
RAILWAY COMPANY**

30th April 1877

No. 997/1140,

MR. VISHNU CHIMNAJI

AJANTY

Dear Sir,

Many thanks for the Marathi book on
Telegraphy. I will do my best to have it
introduced on the G. I. P. Ry.

Yours truly

(Signed) **D. HOLDEN.**

No. 259/4333.

FROM,

*The Manager Open Line,
Holkar and Neemuch State Railways.*

TO,

MR. VISHNU CHIMNAJEE,
Station Master Ajanti.

Dated Mhow 15th November 1877.

SIR,

The Right Hon'ble the Secy. of State having request-
ed to be supplied in future, for the use of the British
Museum, with a copy of all books &c., published in
British India, whether in vernacular languages or in
English, I have the pleasure to inform you that I have
accordingly sent a copy of your Treatise on telegraphy
to the Secy. to the Government of India P. W. D.

I have the honor to be,

Sir,

Your most Obedt. Servant,

W. S. S. BISSET,

Manager Open Line

*Holkar and Neemuch State
Railway.*

(6)

No. 92/119.

From,

The Manager
Holkar and Neemuch S. Ry.

To,

MR. VISHNOO CHIMNAJEE,
Station Master
H. S. Railway
Ajanti.

Dated Mhow 7th January 1878.

In continuation of this Office No. ²⁵⁹₄₃₃₃ dated 15th
November 1877, has the honor to enclose copy of a letter
No. 1812 E. G. dated 27th December 1877, from the
Secretary to the Government of India for his informa-
tion.

W. S. S. BISSET,
Manager
Holkar & Neemuch S. Ry.

“ COPY ”

No. 1812 E. G.
GOVERNMENT OF INDIA
PUBLIC WORKS DEPARTMENT
ESTABLISHMENT
GENERAL.

To,

THE MANAGER
Holkar & Neemuch S. Rys.
Fort William 27th Decr. 1877.

SIR,

I am directed to acknowledge with an expression of
thanks to the Author, the receipt of the copy of a
Treatise on Telegraphy &c. by Vishnu Chimnajejee for-
warded with your No. ²⁵⁹₄₃₃₁ of 15th November 1877.

The Book will be sent to the British Museum as desired.

I have the honor to be,

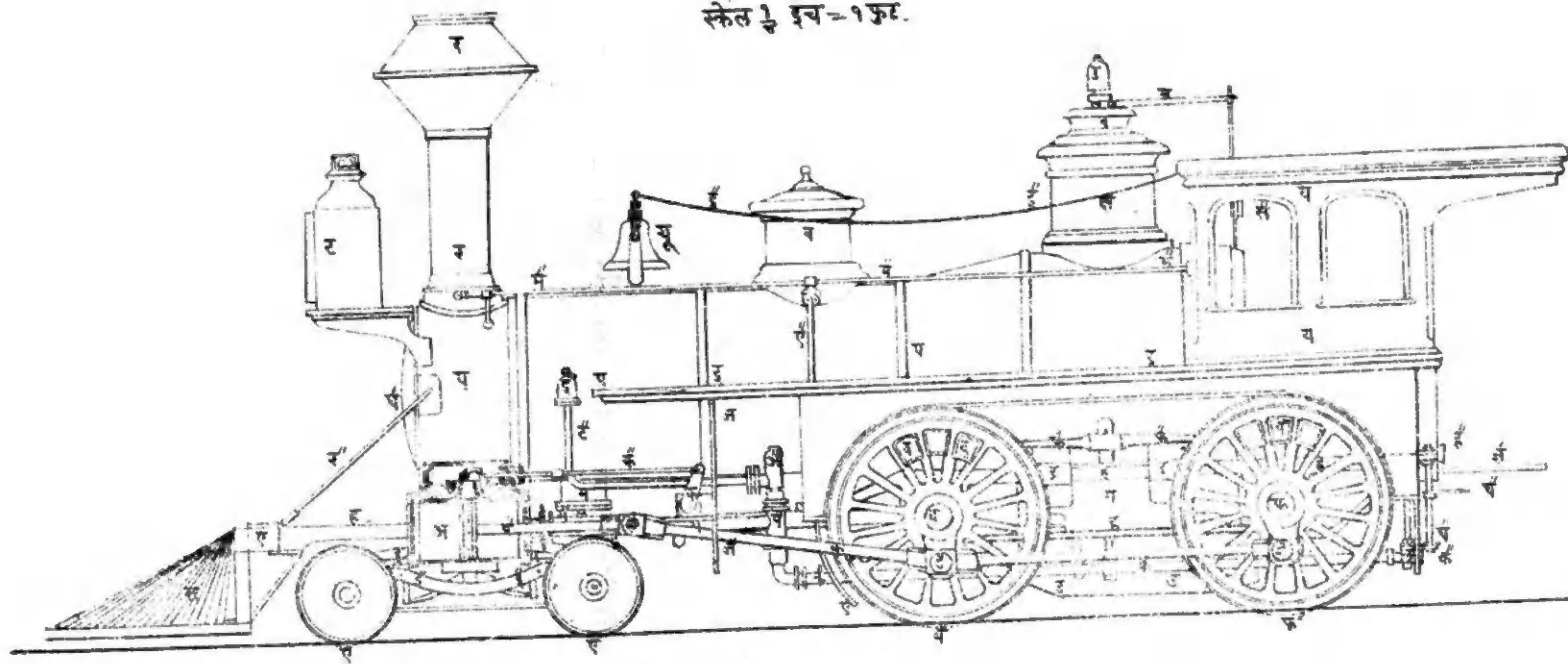
Sir,

Your most obedient Servant,
(Sd.) A. B. SAMPSON,
Under Secretary to the
Government of India

(True Copy.)

C. H. MASTERS Hb. CLERK,
Manager's Office
H. & N. S. Rys.

स्केल $\frac{1}{4}$ इंच = १ फुट.



A
TREATISE ON THE LOCOMOTIVE
IN
**THEORY, HISTORY AND
PRACTICE.**

(*ILLUSTRATED*)

I blow the bellows, I forge the steel ;
I manage the Mill and the Mint ;
I hammer the ore and turn the wheel ;
And the news that you read I print.

Steam-Engine.

FOR THE USE OF MARATHI SPEAKING
EMPLOYEES IN THE RAILWAY
DEPARTMENT

COMPILED BY

VISHNU CHIMNAJI KARVE

AUTHOR OF A " TREATISE ON TELEGRAPHY "

STATION MASTER, HOLKAR STATE
RAILWAY, SANAWAD.

NEW EDITION.

500 COPIES.

PRINTED AT THE "INDU-PRAKASH" PRESS

B o m b a y

1880.

(*Registered under Act XX, of 1847.*)

Price 2 Rupees.

CONTENTS.

Part	Subject.	Page.
1st—	Introduction	1
2nd—	Steam Engine.....	22
3rd—	Force of Air and Steam	27
4th—	On Work, Energy and the equivalent of Heat	40
"	Slide Valve	45
5th—	The Locomotive Boiler	52
6th—	The Boiler attachments.....	57
"	Throttle Valve.....	68
7th—	The Valve Gear	69
"	Running Gear	74
"	Adhesion and Traction	78
"	Friction and Lubrication	81
8th—	Combustion	83
9th—	Resistance of Trains	98
10th—	Proportions of Locomotives	103
"	Inspection of Locomotives	105
11th—	Accidents to Locomotives	114
"	Accidents and injuries to persons....	119
12th—	Qualifications of Locomotive drivers...	123
13th—	Properties of Saturated Steam (Table 2)	133
"	Resistance of Trains on different grades (Table)	137
"	Indian Railways (Table)	138
"	Railways in the world (..)	141
"	Vocabulary	141
"	Voyage Round the world	145
"	Telegraph Signals of Marathi Alphabets	
"	Illustrations.....	
"	Advertisements	

TO

M. N. FORNEY Esquire,

MECHANICAL ENGINEER

NEW YORK

UNITED STATES OF AMERICA

This work is dedicated as a humble token of sincere respect and in admiration of his zeal in the promotion of Native Education.

By his humble and obedient servant.

THE AUTHOR.

सुल प्रीकं आसीड
सं ना पोट सै

لوہہ مارگ

رسالہ دربارہ انجمن بحوجب علم نظری تواریخی اور سابقہ تاریخی
واسطہ ہندوستانی ملازمان ریلوے کے جو مٹی زبان وقت ہیں

مؤلف

دشنوچیناجی کر دی اسٹیشن ماسٹر ہو لکر اسٹیشن ریکو سناؤ

مطبوعہ مطبع اندو کاش پریس

نصفہ

بحوجب ایکٹ بستم ششمہ اعیوی کے جڑی ہوتی ہو

قیمت فی جلد ۵۰۰

مرتبہ اول ۵۰۰ جلد

فہرست مضامین

تمہید۔ استیمونجن۔ قوت ہوا اور دھان۔ کام اور طاقت اور
 کل کے ذریعہ سے کس قدر گرمی پیدا ہوتی ہے۔ پودہ دار رخنہ۔
 انجن کا آب گرم۔ آگروہ کے نکلات۔ رخنوں کے آلات۔
 ہوا روکنے والا رخنہ۔ ہوا بھرنے کا آلہ۔ حرکت اور کونجی۔
 حرکت اور دہنیت ہوا۔ آگ روشن ہونے کی حالت۔ ٹرین کنٹرول کی
 کیفیت۔ انجن کے حصہ۔ انجن کی جانچ۔ حادثات انجن۔
 اتفاقات انسانی۔ انجن ڈراورون کی لیاقت۔ نقشہ جات۔
 تاریقی کے اشارہ مریخی حروف میں۔ نقشہ اور شہتارات۔

लोह मार्ग

रिसाला दरबारे अंजन बमूजिब इल्म नज़री
व तयारीशी और साबिकाससासी नक़्शा में
वास्ते हिन्दुस्तानी मुलाज़िमान रेलवे
के जो मरहटी ज़बान से वाकिफ़ हैं

मुअल्लिफ़े

विष्णू चिमनाजी करवी स्टेशन मास्टर हुल्कार
स्टेट रेलवे मनाटू

मतबूअ़े मतबे इन्दु प्रकाश प्रेस

सन् १८७६ ई०

बमूजिबणेक़ुबिस्तुमसन् १८४० ई० के रजिस्टरी हुई है
मनवा अख़्तल ५०० जिल्द कीमत फ़ी जिल्द ७)

फेहरिस्त मजामीन

समहोद-स्टीम अंजन-कुवत हवा और
टुवों-काम और ताकत और कलके ज़रिये से
किम्कदर गर्मी पैदा होती है-पटादारखना-
अंजन का आब गर्म-आब गर्मी के आलात-
खनों के आलात-हवा रोकने वाला रखना-
हवा भग्ने का आला-हकत और सकून
हवा-हकत और टुहनियत हवा-आब
रेशन होने का हालत-ट्रेन रोकने का कैफ़-
यत-अंजन के हिस्सा-अंजन का जांच-
हाटमात अंजन-इतिफाकात इन्सानी-अंजन
झावों की नियाकत-नक़्श जात-तारबर्की
के इशाह मरहटी हरूफ़ में-नक़्श और
इश्तहागत ॥

લોહમારગ. અને આગગાડી.

(પ્રથમો તરફ)

ઊપપતી, ઇતીહાસ, અને આકૃતીઓ સાથે

હું ધમણ હુંકું, લોકને તારીને ધડુંકું

હું ધાતુને ઠોકુંકું, અને આકૃતને ફેરવુંકું

હું સ્થાપાનુ કામ કરુંકું, અને નાણુ પાડુંકું

અને ને ખખરે તમ વાંચો છો તે હું છાડુંકું

વશંત.

મુખ્યત્વે કરીને

હોંદુસ્થાનના, રેલવેના ખાતા માટેલા

મરેઠી વાંચણારાઓને વાસતે.

આએ ગરંથ

વિશનું ચીમનાજી કરવે.

“ વિદ્યુ-માર્ગકર્તા,” રોશનમાસ્તર “ હેાળકર રોટ
રેલવે સનાવદ.” એઓએ રચીઓ.

તે

મુખ્યમાં

“ હંદુપ્રકાશ ” છાપખાનામાં છાપ્યો

આવૃતી પેટેલી.

૫૦૦ કાપીઓ

(આએ પુસ્તક સને ૧૮૪૭ ના આકટ ૨૦ મા

૫૨માએ નોંધાયેલો છે.)

કીંમત રૂપીઆ એ.

સાકલીલિ અગર અનુ કરમણીકા.

ભાગ	વિષય	પાનુ
૧	ઊપોદ્ધાત અથવા વિષયોનુ સ્વરૂપ.. ..	૧
૨	બાકના જંતરવિશે	૨૨
૩	હવા અને બાકના શકતીવિશે.. .. .	૨૭
૪	કામ, ધમક, અને ઊચ્છ્વાનાં પાંત્રીક સમુદય એવોનાવિશે	૪૦
૫	સરકનારો પડદો.. .. .	૪૫
૫	તાપક	૫૨
૬	બાઅબરના શાધનો.. .. .	૫૭
	બાઅબરના કંઠનો પડદો	૬૮
૭	સરકનારો પડદાની કલાશી	૬૯
..	આલતા પરીધની કલાશી	૭૪
..	વજન તથા એમનાવિશે	૭૮
..	ધસવું તથા ગીરીશનાવિશે.. .. .	૮૧
૮	બાકવું.. .. .	૮૩
૯	ગાડીઓનું અટકાવવું.. .. .	૯૮
૧૦	પ્રમાણો.. .. .	૧૦૩
..	યંત્ર પરિક્ષા	૧૦૫
૧૧	યંત્રોનો અપધાત.. .. .	૧૧૪
..	માણુશેને ધતા અકશમાત અને દુખાવવું એ- વાવિશે.. .. .	૧૧૩
૧૨	ગાડીઓ અલાવનારોઓનાચુલો	૧૨૯
૧૩	પરચુરણ માહેતમારી	૧૨૫
..	મિશબાકોનાચુલો (કેડો)	૧૨૬
..	ગાડીઓની લેતને જુદી જુદી અટલુ ઊપર જુ- દા જુદા વેગને મલેલો અટકાવના (કોષ્ટક)....	૧૩૩
..	હીંદુસ્થાનના રલવેનો કોષ્ટક.. .. .	૧૩૭
..	દુનીઆ માહેલા રેલવેનું કોષ્ટક.. .. .	૧૩૮
..	કંઠલુ શબ્દોની સમજાની પરીબાધા.. .. .	૧૪૧
..	પરચવી પરકમા અને નવા શોધ.. .. .	૧૪૫
	મરાઠી મુલાકાતેના તારાયંતરની નીશાણીઓ આકૃતીઓ (જરૂર જોવી).....	

लोहमार्ग.

भाणि

आगगाढी.

(प्रश्नोत्तररूप.)

उपपत्ति, इतिहास, उदाहरणें भाणि भाऊनी
ह्यांसहित.

॥ श्लोक ॥

माता कुंकितसें तसें घडतसें पोलाद ताबूनही,
हातोड्या करुनी अशोधित पिटीं घातू परी मी नहीं ।
लोहारादि वरें किं मी दळतसें नाणेंहि पाडीतसें,
चक्रातें फिरवी व वाचित असा जें वृत्त छापीतसें ॥ १ ॥
वाक्यत्र.

मुख्यतें करून

भाणगाडीच्या सात्यांतिल मराठी वाचकांकरितां,
हा ग्रंथ

विष्णु चिमणाजी कर्वे

राहणार सौराद, तालुका अलिबाग जिल्हा
कुलाबा ह्यांनी रचला.

तो

मुंबईत

“इंदुप्रकाश” छापखान्यांत छापिला.

नवी आवृत्ति.

५०० प्राति.

(हा ग्रंथ १८४७ च्या २० व्या आकाशमार्गे नोंदला आहे.)

किंमत दोन रुपये.

P. R. Dhandhere
Poona,
Rs. 5/-

Acc. no. 12432 dr.
30.5.66

180

अनुक्रमणिका.

भाग	विषय.	पृष्ठ.
१	उपोदात्त.	१
२	—वाक्यत्राविषयी	२२
३	—ह्वा भाणि वाक ह्वाच्या शक्तीविषयी	२७
४	—काम, धमक, आणि उज्जतेची यांत्रिक सममूह्ये ह्वाविषयी	४०
५	—उघडी.	४५
६	—तापक.	५२
७	—तापकाची जुळणी	५७
८	—कंठद्वार.	६८
९	—उघडीची कळाशी.	६९
१०	—धावेची कळाशी.	७४
११	—भार आणि ओढ ह्वाविषयी	७८
१२	—घर्षण आणि ओंगळ ह्वाविषयी	८१
१३	—दहन	८३
१४	—रांगांचा विरोध.	९८
१५	—प्रमाणे.	१०३
१६	—यंत्रपरीक्षा	१०५
१७	—यंत्रापघात.	११४
१८	—मनुष्यांस होणारे अपघात व दुखापती ह्वाविषयी	११९
१९	—गाडीवानांचे गुण.	१२३
२०	—किरकोळ माहिती	१२५
२१	—विश्व वाक्तेचे धर्म (कोष्टक)	१२६

॥-गाढांच्या रांगांच्या भिन्न भिन्न चटणी-

वरील भिन्न भिन्न वेगास मिळालेला विरोध

(कोष्टक) १२३

॥-हिंदुस्थानांतील रेलवेचे कोष्टक १२७

॥-जगांतील रेलवेचे कोष्टक १२८

॥-कठीण शब्दांची परिभाषा १४१

॥-पृथ्वीप्रदाक्षिणा व नवीन शोध १४५

॥-मराठी मूळाक्षरीच्या तारायंत्राच्या खुणा-

॥-भारुति (अवस्थ पहाव्या)

सूचना.

भागगाडीच्या खात्यातील एवढेहीय लोकांस व ज्यांस शास्त्राची अभिरुचि आहे अशांस माहिती देण्याचा हेतु ह्या ग्रंथकाराचा आहे. ह्या ग्रंथांत, लोखंडी सडक आणि तिजवस्तू चालणारी भागीची गाडी ह्यांचें इंग्रजी ग्रंथाधारें संक्षिप्त रीतीनें प्रभोत्तररूप वर्णन केल्ले आहे. ग्रंथकार प्राकृत भसण्यामुळे विषयप्रतिपादनांतील भारदस्तपणा आणि समर्थक. शब्द व्युत्पत्ति हीं सामान्यतः आहेत, तथापि यथामति जे लिहितां आले तें लिहून " कांहीं न करण्यापेक्षां कांहीं करणें बरें " हा न्याय साधला आहे, असें हे पुस्तक वाचल्यावरून कळून येईल अशी ग्रंथकारास आशा आहे.

ह्या ग्रंथांतील भारुति शेवटीं दिल्या आहेत, त्या वर्णन वाचतेवेळीं लागल्याच पाहाव्या, अणजे विषय समजण्यास विशेष सोपें पडेल.

विष्णु चिमणाजी कर्वे.

मुकाम सनावद स्टेशन,
मिति फाल्गुन शु० ४ रविवार
शके १८०१.

शुद्धिपत्र.

विशेष सूचना-प्रश्नांच्या संख्येत चुकी झाली आहे. एकंदर प्रश्न १८९ आहेत. आकृती १ पासून २४ पर्यंत आहेत त्यांत क्रिगर (भयुक) असे लिहिले आहे तेथे आकृती (भयुक) असे वाचवें. वर्णन आणि आकृती यांच्या मेल जमत नाहीसा होईल त्याबरोबर शुद्धिपत्र अकरा पदांचे; सर्व चुक्या त्यांत सुधारून घेतल्या आहेत ठशाच्या आकृती एकंदर १५ आहेत.

पृष्ठ. भोळ.	अशुद्ध.	शुद्ध.
३	४ता	ता
"	७!	?
"	९!	?
६	२५३००	१४२
८	२१ असल्यास	आल्यास
"	३ असेल.	असेल
१६	१८ निर्निघ्न	निर्निघ्न !
१७	४ लोहमार्ग.ने	लोहमार्ग.ने
२०	२० विमणीकडूनही	विमणीकडून ही
१७	८ त्याच्या	त्याच्या
२३	१५ दुसऱ्या	दुसऱ्या
२४	२२ ज	ग
"	२४ क फ	क फ
२६	१ केंद्रप	केंद्रप

पृष्ठ.	भोज.	भशुद्ध.	शुद्ध.
२६	७ ती		ती
२८	११ दावते		दावते
२९	९ मापताता		मापताता
३२	१३ १२०		३२
३३	१० घडत		घडत
३५	१४ उचलेल		उचलेलें
"	१५ भसेल,		भसेल.
३६	१२ पुढेही		पुढेही.
"	२ वातावरणाच्या		वातावरणभूग
३९	१ काकी		काकी
४०	२४ पुढेही		पुढेही.
४३	२४ त्यांस		त्यास
४४	२२ उष्णता		उष्णता
४५	१३ तुंग्यात		तुंग्यांत
४६	२४ घेडेल		घेडेल
५०	१२ बंद त्या पडतील		त्या बंद पडतील
६०	१३ घडतात		घडतात
७२	२१ खिळास		खिळीस
६४	२१ भरते		भरते
"	" तेथून		तेथून
७४	१३ चाकांच		चाकांचें
७५	१९ मध्ये		मध्ये
८२	१३ त्यांचा		त्यांचा
८४	१९ एकमेकांस		एकमेकांस

पृष्ठ.	भोक्त.	भगुद.	गुद.
८७	६ भाकतेद		भाकतेद
"	७	"	"
"	१४ टांकला		टांकला
"	२४ रंगित		रंगित
८८	१ काठपुरेतेद		काठपुरेतेद
"	४ ताजा		ताजा
८९	१९ करण		कारण
९१	१० होते		होते.
९२	१४ ग्रहण		ग्रहण
९३	२ एकदा		एकदा
९४	२४ उष्णमान		उष्णमान
९८	१ होते		(हा शब्द मुखी च नको)
१०३	९ पत्राचें		पत्राच्या
१०४	१९ पत्राचीं		पत्राचीं
१०६	४ एकदा		एकदा
"	९ कोठ पडलेले		कोठपडलेले
१०९	२५ प्रकारांनीं		प्रकारांनीं
११०	१२ लाव		लाव
"	२३ रंगाच्या		रंगांच्या
"	" भिंगाचे		भिंगाचे
"	२४ रंगाचीं		रंगांचीं
११४	७ पांढरिण्याकरितां		पांढरिण्याकरितां
११६	४ टेवाची		टेवाची,

पृष्ठ.	भोक्त.	अशुद्ध.	शुद्ध.
११७	२२	चकडाट	चेकड.ट
१२३	८	तमासिगराप्रमाणं	तमासगोराप्रमाणं
"	२३	ज्याच्या	ज्याच्या
१२४	३	हीशोब	हिशोब
"	५	स्वभाव	स्वभाव
१३७	३२	उतासूंचे	उतासूंचे
"	"	मालाचे	मालाचे

आकृतीचें शुद्धिच.

पृष्ठ.	भोक्त.	अशुद्ध.	शुद्ध.
१८	५८५		८०
१८	१५८५		२७
३५	१०९		८
४३	२५	कराची. आतां	कराची. (आकृती १०. पाहा). आतां
५४	३३५८		२८
३७	१२९		८
५५	२६३०		२८
५६	१७३०		२८
६२	१६	उघडे टेवावे	उघडे टेवावे
६२	२१	आ आ	अ अ
६३	७६	इ इ	इ इ
"	२१	अ	अ

पृष्ठ. भोज.	अगुद.	शुद्ध.
६३	२६ क	क
६५	१० ख	n b
"	२१ ग	e
"	२५ ङ	f
६५	२६ ग ह के	g h k
६६	१० ङ	h
"	" क	k
"	२७ ल	l l
"	४ म	m
"	४ न	n
"	५ ङ न	o n
"	६ प	p
"	११ अ ब	a b
"	१२ क ह	k h
"	१३ ग	g
६७	३१ र	r r
"	२६ ३४	३२
६८	२४ ३०	२८
७०	१७ ङ	९
"	२१ ह	९
७१	१० A B	a b
"	१८ व	B
"	२० k	K
"	२१ d	D

पट.	भोज.	भगुद.	गुद.
७३	५ क क		क क
"	७ ऊ ऊ		ओ ओ
"	१७ द		द
"	२० इ		ए
"	२१ र र		र र
७६	६ ५२		५३
७८	९ ७८		७५
९८	११ भ		भ
"	२२ द		उ
१२१	४२ ६३		६२
१२२	१ भ		भ

~~~~~

## सूचीपत्र.

वर्णना शिवाय ८ आकृती आहेत.

(अ) आकृतीच्या भागाच्या शेवटी ४ आकृती आहेत त्या हे पुस्तक मामीक रीतीने वाचल्याने सहज समजून येतील. त्यांपैकी एका आकृतीत भागमादीची भट्टी मोठी करून दाखविली आहे. दुसरीत पाण्याच्या टांकीची मादी मोठी करून दाखविली आहे. तिसरीत, तुंग, दट्ट्या व बाण्याशय ही दाखविली आहेत. चवथीत इंजनाच्या पुढच्या बाजूचा मागील देखावा आहे.

(क) ३७ व्या आकृतीत "इंजेक्टर" ( पाणी ताय-कांत चढविणाऱ्या ) यंत्राचा पूर्ण देखावा आहे.

(ख) ७४ व्या आकृतीत रक्त, नट, रिंगेट यांचा समुदाय दाखविला आहे.

(ग) ७९ व्या आकृतीत रुखखाली लोखंडाची कुर्ची (बेटक असते ती दाखविली आहे.

(घ) ४१ व्या आकृतीत कंठदागची ( भाटल ह्यो-ल्लव ) रचना दाखविली आहे. ६८ व्या पृष्ठात यांचे वर्णन आहे.

(ङ) ८५ व्या आकृतीत पांच तऱ्हांचे रुळ दाखविले आहेत.

(च) ८६ व्या आकृतीत दुसऱ्या प्रभाचे उत्तर आकृती रुपाने दिले आहे.

(छ) ८७ व्या आकृतीत पोंटस्लीपर दाखविले आहेत.

(ज) ८८ व्या आकृतीत स्टेशन दाखविले आहे.

(झ) १० व्या आकृतीचे वर्णन ४३ व्या पृष्ठात दिले आहे.

~~~~~


भाळनी भ इ क भाषि २५ ह्यांत भक्षरांनीं
दाखविलेल्या यंत्राच्या भागांची याद.

संज्ञिक अक्षर	मराठी अर्थ.	इंग्रजी अर्थ.
अ अ	तुवे.	सिलिंडर.
ब ब	मुख्य चार्जे.	मेन ड्रायव्हिंग व्हील्स
क क	मुखर जोडकाठी.	मेन कनेक्टिंग रोड.
ड ड	मुख्य पाऊची खुंटी.	मेन क क गिन.
फ फ	मगज्या चाकाचा भास.	
ग ग	भट्टी.	फायर बॉक्स.
ह ह ह	सांठी.	फ्रेम.
ड ड	सांठीची जोर पट्टी.	फ्रेम बॅण्ड;
ज ज	विकेंद्रिय चक्रे.	एक्सेंट्रिक्.
क क	डोल्पा.	रोकर.
म म	कडी वर करण्याचा दांडा.	
न न	कडी वर करण्याची भूज.	
ओ ओ	राहाटचा.	रीव्हर्स लिभर.
प प	तापकाचा; नगाऱ्याप्रमाणें दिसणारा भाग.	
घ घ	धुमाशय.	स्मोक बॉक्स.
र र	धर जाण्याचा खंज.	स्मोक स्टॅक्.
स स	पिंजरा.	काउ कॅचर.
ट ट	पुढचा दिशा.	हेड लाइट.
यू यू	घंटा.	
व व	रेतोची पेटी.	रोड बॉक्स.

संज्ञिक भस्म मराठी अर्थ.

इंग्रजी अर्थ.

उ

शिटीयंत्र.

मिसल.

क्ष

घुमट.

शेप.

य य

यंत्रावर वसण्याची जागा.

श

मागल्या चाकाच्या पाऊ-

ची खुंदी.

भ

जोरनळीतील इवाकण: एभर चंवर.

क क क

राण्याचा पुरवठा करणारी सन्पाथ पाइन.
नळी.

क

मागची मुख्य चाकें.

वॅक् डायस्टॉम
व्हॅलिस.

ग

भाकड्याची खुंदी.

कपलिंग यिन

ह

बांसणाग पत्रा.

फ्रिक्शन ल्पेट.

ह

चेकदार.

चेक व्हॉल्यू.

क

कुटबोर्ड.

ल

लेझी कॉक.

म

माती वगैरे काढण्याचे द्वार. मड्डम.

न न

कमाणी.

मशीन.

प

नळ.

स

बाणदशक.

स्टीम नेज.

अ अ

धूमनलिका.

ठनुवस्.

क

भट्टीचे दार.

ड ड

रक्षाकुंड.

ईशपेन.

फ फ

बाणोत्सासांची नळी.

ब्रॉस्ट पाइप.

ह ह

कॉसहेड.

संज्ञिक अक्षरं मराठी अर्थ.

हिंदी अर्थ.

क	कंठद्वाराचा दांडा.	
प म	शुष्क नळी.	डायपाइप्.
घ	धुम्राशयाचें दार.	
पु पु	तापकाची बैठक.	
न	यंत्ररक्षक द्वार.	
उ उ	दात्यांचा अर्थचंद्राकृती सेक्टर. दांडा.	
य	मध्यस्थीळ.	सेंटर पिन्.
झ	कंठ द्वाराची मूठ.	
कं कं		वेड् स्पेड
कु कु	वाळू पाडण्याची नळी	सेड् पाइप्.
कं कं	मुख्य चाकांचा समदांडा.	इकलायजींग लि- वर.
ख ख	घटिची दोरी.	
कं	उघडीचा दांडा.	
म म म	हातांत धरून चालण्या- चा दांडा.	
ब ब	यंत्रावर चढण्याच्या पाय- ऱ्या.	
र र	सांठी आणि धुम्राशया चेंदर यांस कसून वां- धलेला एक दांडा आहे.	
स स	वाण्याशय.	स्टीमचेस्ट.
उ	माडगाचें दार उघडण्या-	

संज्ञिक अक्षर मराठी अर्थ.

इंग्रजी अर्थ.

क	चा एक दांडा आहे.	डोळो ओळ ओळू
ख	साडा करण्याचे द्वार.	
घ	कंठ द्वाराची पाऊ (ज्या- प्रमाणे घंटेला असते तशी आहे.)	
च	दट्याचा दांडा.	
जं ज	ओठ काटी.	हों बार.

नागपुरकर

लोहमार्ग.

भाग १.

उपोद्घात.

Introduction.

प्रश्न १.—बाफेच्या शक्तीचा शोध कधी लागला ?

उत्तर.—बाफेच्या शक्तीचा शोध बहुतकरून विस्तार-
च्या शोधाबरोबर लागला असावा. पाण्याचे भांडें
ठेवून त्याचे तोंड बंद केले तर तें बाफेच्या जोराने
उडते, मग तें भांडें किती कां बळकट असेना, तरी
फुटून त्याचे तुकडे होतात. अशा अनेक अनुभवा-
वरून बाफेच्या प्रसरणशक्तीची माहिती झाली हे
साहजिकच आहे; परंतु अशी अचाट शक्ति कधी को-
णाच्या हुकमांत राहून काम देईल असें कोणा-
च्या स्वप्नांही नव्हतें. फार प्राचीन काळीं
बाफेच्या बाराची आणि बंदुकीच्या दारूच्या बारा-
ची शक्ति सारख्याच मानीत असत, एका
काळीं इटकल आणि पापीन ह्या गृहस्थांनीं तुंब्यांत
दहश बर खालीं करण्याकरितां बाफेच्या ऐवजीं बंदुकी-
च्या दारूचा उपयोग केला होता.

ख्रिस्ती शकापूर्वी १०० वर्षांपासून आलीकडे ह्या
विषयावर लिहिलेले निबंध आढळतात. सारांश बाफेच्या

माहिती दोन हजार वर्षांपासून माली आहे. तरी ती माहिती जेम्स बॉट पासून पक्की मानली आहे. जेम्सच्या पूर्वी काहीं वारूयंत्रे अनेक कारागिः-रांनीं रचलीं होती, तरी तीं जेम्सच्या पुढे कितीं पडलीं तीं इतकीं कीं, जेम्स बॉट द्यास “इंजिनियर लोकांचा बाप!” असें लोक म्हणू लागले. त्याचें वर्णन येथें संक्षेपाने करितों.

हार्ड नदीच्या तीरीं मिनाक नांवाच्या शहरांत तारीख १९ जानेवारी सन १७३६ रोजीं जेम्स बॉटचा जन्म झाला. त्याची आईबापे मध्यम प्रतीचीं होती; तीं उद्योगी, ज्ञानशक्तिविशिष्ट व धर्माचरणसंपन्न अशीं असत. त्यांच्या बाप आज्यानें सरकारच्या मोठ्या विश्वा-साच्या जागा चालविल्या होत्या असा मिनाकच्या दर-बारांत लेख प्रसिद्ध आहे. इंग्लंडचा राजा पहिला चार्ल्स द्याच्या वेळीं मिनाकच्या शेजारीं एक खेडे आहे, तेथें जेम्स बॉटचा आज्ञा प्रथम थोडीशी शेतकी करून रहात असे. हाच त्या घराण्यांतोळ मूलपुरुष होय.

जेम्स बॉट हा फार नामूक प्रकृतीचा होता म्हणून त्याच्या विशाभ्यास घरीं चालत असे. त्याच्या आईनें त्यास वाचाययास शिकविलें आणि बापानें लिहिण्यास आणि दिशोब करावयास शिकविलें. त्याच्या मनोरंज-नार्थ त्याची आई त्यास पेनसलीनें अथवा खडूनें अभि-नीवर अथवा भित्तविर रेखा काढून दाखवी. त्याच्या बापानें त्यास कांहीं सुताराचीं हत्यारे भाणून दिलीं होती, तीं तो पुढें चांगल्या प्रकारें चालवू लागला.

त्याचीं लाकडाचीं खेळणीं असत तीं तो मोडून पुन्हा जुळवी आणि मुख्यत्वे करून तो बायबालाभ्यासापासून यांत्रिकांत त्या काळीं सर्वांस मागे टाकून कीर्तीस चढला, इतकेंच नाही; परंतु ता बाक्यत्रयाचा उत्पन्न कर्ताच झाला.

द्याप्रमाणें त्याचे लहानपणचे दिवस त्याच्या सुशिक्षित आईबापांच्या संगतींत गेले. असें सांगतात कीं, एके दिवशीं त्याच्या बापाचा जेही भाला त्या वेळेस जेम्स घरांत काहीं घडामोड करीत बसला होता. जेष्ठानें जेम्सच्या बापास झटलें कीं “तुमचा मुलगा घरी राहून उनाडक्या करितो, त्यापेक्षां त्यास तुझीं शाळेंत कां पाठवीत नाही!” त्यावर जेम्सच्या बापानें उत्तर दिलें कीं “तो पाहा माझा मुलगा कामांत कसा गढून राहिला आहे!” जेम्स बोट साहा वर्षांचा असतां त्यास रेखा गणितांतील उदाहरणें सोदविण्याचा नाद लागला. दुसरो एक गोष्ट अशी आहे कीं, एके दिवशीं टेबलावर चाहादाणी ठेविली होती तेथें जेम्स गेल आणि चाहादाणीवरिल झांकण काढून चाहादाणीच्या तोंडावर चमचा धरिला, तेव्हां चाहादाणींतून बाक निघून चमचास लागून तेथें ती घंड होई त्या वेळेस चमचाच्या पृष्ठभागावर पाणी जमून त्याचे येव पुन्हा चाहादाणींत पडत; ते येव जेम्स मोजीत उभा राहिला होता. इतक्यांत त्याची मात तेथें आली आणि त्याच्या ह्या खेळास थिक्कालून झणाळी कीं, “तुला असले रिकामे खिळ करण्याची होस घडते; परंतु हें फार वाईट आहे. हा काळ त्हां दुसऱ्या एकाद्या उपयुक्त कामांत खर्च

केला तर फार चांगलें होईल." याच खेळावरून जेम्सने बाकेच्या घंटांत बाफ धंड करण्याचें एक पात्र केले आहे. त्यास 'शितक' असें झणतात. हे खेळ दुसऱ्या लोकांनी पाहिले झणजे ते जेम्सला वेडा झणत.

जेम्स वॉट चवदा वर्षांचा झाल्यावर त्याची आई त्यास हवा पालटण्याकरितां भ्लासगो शहरास घेऊन गेली, आणि तेथे त्यास तिच्या नातलग्याच्या घरी ठेवून मिनाकास परत आली. इकडे जेम्स घरांतल्या माणसांस नानाप्रकारच्या गोष्टी सांगे तेणेंकरून त्यांस रात्रभर जाग्रण होई. असें होतां होतां शेवटीं घरधनिनीनें जेम्सच्या आईस निरोप पाठविला कीं, त्या सत्वर घेऊन आपला मुलगा घेऊन जाणें. त्याची गोष्टी सांगण्याची शैली इतकी चमत्कारिक आहे कीं, त्या ऐकण्याकडे सर्व मनुष्यांचे कान लागतात, आणि रात्रभर जाग्रण पडतें. असा निरोप झाल्यावर त्याची आई त्यास घरीं घेऊन गेली. पुढें जेम्स व्याकरणाळपांत अभ्यासास जाऊं लागला, तेथे त्यानें स्याटिन आणि ग्रीक भाषांचा अभ्यास चांगला केला. परंतु इतक्यावरच तो राहिला नाहीं. तो गणितांत इतका हुषार निघाला कीं, त्याच्या आधारानें तो आपल्याकरितां उपयुक्त यंत्र रचूं लागला.

याशिवाय तो लहानपणीं तरतऱ्हेचीं पुस्तकें वाचून त्यांत तो आपलें मनरंजन करी. तो रसायनशास्त्रांतिल कित्येक कृतींचा अनुभव घरीं घेत असे. त्यानें एक विजेचें यंत्र स्वतः तयार करून त्याचे धडे लोकांस दिले. भीषधींचीं आणि शस्त्रक्रियेचीं पुरवकें तो

मनापासून वाचीत असे व त्यातील कवि स्वतः करून पाही. एके दिवशी शास्त्राक्रियेचा अनुभव घेण्याकरितां एका मेलेल्या मुलाचें डोकें कापून घेऊन जात असतां तो लोकांस रस्त्यांत भाडळला. जें जें पुस्तक त्याच्या हातांत येई तें तें त्यानें वाचण्याशिवाय कधीं जाऊं दिलें नाहीं. एके दिवशीं त्याच्या भिन्नानें त्यास झटलें कीं, त्यां आपलें वाचन कमी करावें. फार वाचण्यास मस्तक किरेल. त्यावर जेम्सनें उत्तर दिलें कीं, 'माहिती, शिक्षण, भयबा मनरंजन' ज्यांत नाहीं असें एकही पुस्तक माझ्या वाचण्यांत अद्यापपर्यंत आलें नाहीं.'

पुढें प्रोफेसर रॉबिन्सनानें जेम्सला वाफेच्या विषयाचा अभ्यास करण्यास सांगितलें. रॉबिन्सनचें झणणें असें होतें कीं, कांहीं तरी युक्ति करून चाकांशी गाडी वाफेच्या शक्तीनें चालवावी. जेम्सनेंही पुढें बोलून दाखविलें कीं, त्याकाळीं मी वाफेविषयीं फारच भ्रमानी होतो तरी ज्याप्रमाणें राबिन्सनानें यंत्राचा नमुना करण्यास सांगितलें त्याप्रमाणें मी तो तयार केला; परंतु तो नीट उतरला नाहीं. पुढें राबिन्सनही समुद्रांत सफर करण्याकरितां गेला. असे कांहीं अडथळे येऊन तो वेत तसाच राहिला. जर त्या वेळीं यंत्रशास्त्र समर्थ असतें तर त्याच वेळेस वाफेची गाडी चालू होती. ही राबिन्सनची कल्पना जेम्सच्या लक्षांत विंबून राहिली ती दिवसानुदिवस वाढत जाऊन अखेर फलद्रूप झाली.

जेम्स गॉट हा कावल्या वेळांत वाफेविषयीं विचार करीत बसे. त्या वेळेस रसायनशास्त्र बाल्यावस्थेत होतें. ह्या वेळेस डॉक्टर ब्लॉक गुप्त उष्णतेविषयीं विचार करीत

होता, आणि तो जेम्स बरोबर वादविवाद करी, त्यावरून जेम्स सोपे सोपे अनुभव घरी घेत असे. जरी जेम्सने बाफयंत्राचा नमुना एकही कधी पाहिला नव्हता तरी त्याचे लक्ष तिकडे फार लागे. त्या वेळेस बाफेच्या हाकीबद्दल स्कॉटलंडांत काहीच माहिती नव्हती.

स्टर्लिंगशायर येथील एलफिन्स्टन नांवाच्या कोळशाच्या खाणीवर सन १७५० त प्रथम बाफयंत्र खाणींतून पाणी उपसण्याच्या कामास लावले होते. जेम्स वाटच्या पूर्वी दोन चार गृहस्थांनी निरनिराळ्या तऱ्हेचीं बाफयंत्रे प्रचारांत आणली होती त्यांच्या कल्पकांविषयी राबिन्सनाने जेम्सला काही विशेष सांगितले, तेव्हां त्याने त्यास स्पष्ट उत्तर दिले की, "तुझी त्या मनुष्याविषयी इतकी बदाई सांगू नका. मी हल्ली अशा प्रकारचे बाफयंत्र बनविले आहे" की, त्यांतून पक्काचितही बाफ बापां जाणार नाही.

प्र० २.—लोहमार्ग झणजे काय ?

उ०—जमिनीवर नियमित लांबीचे खोरेस अथवा अर्ध गोल लांकडाचे तुकडे नियमित अंतराने ठेवून त्याजवर दोन लोखंडी रुळ बसवून जी ओळ तयार करितात तीस लोहमार्ग असें झणतात.

प्र० ३.—ह्या मार्गाच्या चढ उताराविषयी काय नियम आहे ?

उ०—साधारण रस्त्याप्रमाणेच ह्या रस्त्यास चढउतारणी असतात. प्रायः एका मैलांत १०० फुटीपेक्षा ज्यास्त चढाव ठेवीत नाहीत. सपाटी पुरी होऊन चढाव

सुरू होतो त्या ठिकाणी एक लहानसा खुंट उभा करून त्यास दोन भाडण्या मुजा (कड्या) लावतात. ज्या बाजूकडे रस्ता सपाट असतो त्या बाजूकडील मुज समांतर दिशेस राखतात, आणि तिजवर रंगानें पातळी (लेव्हल) असें लिहितात. जिकडील बाजूस चढण असते तिकडील बाजूच्या मुजेवर चढावाच्या फुटीची संख्या लिहितात, आणि ज्या बाजूस उतरण असते त्या बाजूकडील मुजेवर उतरणीच्या फुटीची संख्या लिहितात. याशिवाय दुसरी अशी गोष्ट आहे की, ज्या बाजूकडे चढाव असतो त्या बाजूकडील मुज किंचित् उचलून बसवितात, झणजे पाहणारा समजतो की, पुढें चढाव आहे. ज्या बाजूकडे उतरण असते त्या बाजूकडील मुज किंचित् खाली करून बसवितात, आणि दोन्ही बाजूस चढाव असेल तर दोन्ही मुजा उचलून दाखवितात. आणि दोन्ही बाजूस उतरण असली तर दोन्ही मुजा खाली दाखवितात. या प्रयोगाचें स्पष्टीकरण १४।१५।१६ आणि १७ या आकृत्यांवरून चांगलें लक्षांत येईल. हे खुंट मार्गाच्या बाजूस उभे केलेले असतात. त्यांस ग्रेडियन्ट पोस्ट असें झणतात. त्याचप्रमाणें मार्गाची लांबी समजण्याकरितां दरएक मैलावर खुंट उभा करून त्यावर मैलाची संख्या लिहितात. त्यास मैलपोस्ट असें झणतात.

प्र० ४.-लोहमार्ग तयार करताना डोंगर भाडवा आला तर काय करितात ?

उ०-१८ व्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणें डोंगरास मारपार मोकळें पाडून त्यातून रस्ता तयार करीत नेतात

अशा भोंकास विवर अथवा बोगदा असें झणतात.

प्र० ५.—असेले बोगदे हिंदुस्थानांत कोठें आहेत ?

उ०—पळघाटांत आणि बोरघाटांत असेल विवर-मार्ग पुष्कळ आहेत.

प्र० ६.—बोरघाटांत किती बोगदे आहेत व त्यांत किती खर्च लागला होता ?

उ०—बोरघाटांत २५ बोगदे आहेत त्या सर्वांत जो एक मोठा बोकदा आहे त्याची लांबी ४३७ यार्ड आहे. हा घाट तयार करण्यास चार वर्षे लागली होती. तें काम सारखे १४ जून सन १८५८ रोजी सुरू झालें आणि त्यास ७५,००,००० रुपये खर्च लागला.

प्र० ७.—पळ घाटांत किती बोगदे आहेत.

उ०—पळ घाटांत १३ बोगदे आहेत. त्यातील एक मोठा बोगदा ४७४ यार्ड लांब आहे. हा घाट तयार करण्यास चार वर्षे लागली, व तें काम सन १८५७ साली आक्टोबर महिन्यांत सुरू झालें. या घाटास ४५,००,००० रुपये खर्च लागला. या खेरीज महुच्या छावणीजवळ बाईचा घाट आहे त्यांत चार बोगदे आहेत. या खेरीज हिंदुस्थानांत सांगण्यासारखे दुसरे बोगदे नाहींत.

प्र० ८.—लोहमार्गास उंचवटा अथवा टेंकडी आढवी असल्यास काय करितात ?

उ०—मार्गाच्या सपाटीबरोबर उंचवटा कापून मधून रस्ता बांधून काढितात. त्यास खिंड (कटिंग) असें झणतात. याचा देखावा ८३ व्या आकृतींत दाखविला आहे.

प्र० ९.—लोहमार्ग तयार करते वेळीं सखल प्रदेश आडवा आल्यास काय करितात ?

उ०—मार्गाच्या सपाटीपर्यंत बांध घालून त्या बांधावरून रस्ता तयार करितात. त्यास बांधण (ब्यांक) असें म्हणतात.

प्र० १०.—लोहमार्गास नदी आडवी आली तर काय करितात ?

उ०—लांकडी भयवा लोखंडी तारु धिन्यावर बसवून त्यावरून सडक बांधून नेतात, त्यास सेतु भयवा पूल असें म्हणतात. (भारति १९ पाहा.) हा पूल ठाण्याच्या खाडीवरचा आहे.

प्र० ११.—लोहमार्गाविषयीं पुरातन माहिती काय आहे ?

उ०—इंग्लंडांत कोळशाच्या खाणीं फार आहेत आणि त्या खाणींतून पूर्वी घोड्याच्या अगर बैलाच्या गाडींत कोळसे भरून इच्छित ठिकाणीं नेत असत. जों जों कोळशाचा खप फार होऊ लागला तों तों तेथील लोकांस कोळसा त्वरित पोहचवून देण्याच्या युक्ति एका मागून एक सुचूं लागल्या. बैलगाडीचे सडकेवरून चालण्यापेक्षा तिच्या चाकाखालीं विशेष गुळगुळीतपणा ठेविला तर ती बैलास ओढण्यास हलकी जाऊन वेगही पुष्कळ वेईल. आणि अशा समजुतीने त्या लोकांनीं लांकडाच गज मारून बैलगाड्या चालविल्या. त्या गाड्यांचीं चाकं गजावरून खालीं पडून येत म्हणून त्यांस एका बाजूनें कणा राखीत, त्या वेळच्या गजाची भारति ८४ वना भारतींत दाखविली आहे.

प्र० १२.—वाफेच्या गाडीची युक्ति कोणी काढली ?

उ०—एका कगूनाट नांवाच्या फ्रेंच मनुष्याने वाफेच्या गाडीची युक्ति सन १७६३ साली काढली. ह्या गाडीचा मूळ उद्देश तोफा वाहून नेण्याचा होता. ह्या गाडीची आकृति ८५ व्या आकृतीत दाखविली आहे. कगूनाटच्या नंतर अनेक कारागिरांनी तरतुहेच्या वाफेच्या गाड्या तयार केल्या; परंतु ह्यापैकी एकास देखील वाफेच्या गाडीचे श्रेय मिळाले नाही.

प्र० १३.—तर भग ते श्रेय कोणास मिळाले ?

उ०—वाफेच्या गाडीचे श्रेय एका स्वाच मनुष्यास मिळाले त्याचे नांव ज्यार्ज स्टिफन्सन.

प्र० १४.—जार्ज स्टिफन्सन विषयी काय माहिती आहे ?

उ०—जार्ज स्टिफन्सनचे पूर्वजिप बहुतेक शेतकीच्या आणि गुरे वळण्याच्या कामांत गेले. जार्जच्या बापास, वाफेच्या यंत्रावर आगवाल्याची नौकरी होती, त्यामुळे ज्यार्जसही थोडथोडा कलाकौल्याचा नाद लागला. ज्यार्जने आपल्या मनांत एके दिवशी असा विचार केला की, चाकांवर विशेष भार ठेवावा झणजे ती जागच्या जागी फिरणार नाहीत व असे झाले झणजे मग चाकांस व रुळांस दांते ठेवण्याची गरज नाही. ह्या प्रथम समजुतीवरून ज्यार्जने एक वाफेची गाडी बनविली आणि ती त्याने प्रथम किलिंगवर्थ नांवाच्या लोहमार्गावर चालवून दाखविली, आणि ती त्याच्या मनोदयाप्रमाणे चालली. त्याने त्या गाडीचे नांव “ब्लूचर” असे ठेविले होते. ह्या कल्पनेवरून जार्ज स्टिफ-

न्सन ह्यास बाफेच्या गाडीचा कन्पक असें झटलें आहे. जेव्हां जेव्हां कोणा एका राजाच्या मनांत आपल्या राज्यांत लोहमार्ग आणि बाफेची गाडी बांधण्याचें येई तेव्हां तेव्हां ते जार्ज स्टिफन्सन ह्यास बोलावून आणून त्याच्या हातून तें काम पुरें करून घेत.

सन १७८१ तारीख ९ जून रोजी जार्ज स्टिफन्सन जन्मला. त्याचा बाप रॉबर्ट स्टिफन्सन हा पूर्वी स्कॉटलंड देशांतील राहाणारा असे तेथून एका इंग्लिश गृहस्थाबरोबर नौकर होऊन इंग्लंडांत आला होता. त्याची वस्ती विन्सम नांवाच्या कोळशाच्या खाणीवर एक खेडें आहे तेंच होती. रॉबर्ट स्टिफन्सन ह्यास साहा मुलें होती. त्यांत जार्ज स्टिफन्सन हा द्वितीय पुत्र होय. त्याच्या बापाचें कुटुंब मोठें असून प्राप्ति कार कमी असे. जार्ज स्टिफन्सन आठ वर्षांचा झाला नाहीं तोंच त्याच्या बापानें त्यास गुरें बळविण्यास लावलें. त्या नौकरीबद्दल जार्जास दोन पेन्स झणजे साडेपांच पैसे रोज मिळें. कांहीं मुलगे खरोखर आळशी आणि अविचारी असतात कीं, त्यांनीं कितीही मोठ्या आश्चर्याची गोष्ट पाहिली तरी त्यांचें तिकडे यत्किचित्ही लक्ष लागत नाहीं. परंतु जार्ज असा मुलगा नव्हता. त्यास निरर्थक गोष्टी ऐकण्याचा मोठा बीट असे.

आप्रमाणें जार्ज स्टिफन्सनचें पूर्व वय गुरें राखण्यांत आणि दुसरी मोलमजुरी करण्यांत गेलें. जार्ज अठरा वर्षांचा होईपर्यंत त्यास मुळासरांचें देखील ज्ञान नव्हतें. तो इतक्या मोठ्या योग्यतेस चढला, याचें कारण केवळ बुद्धिबळ हेंच होय. त्यास जर विद्या अवगत असती तर

त्याने काय केलें असतें न कळे ! त्याच्या बापाच्या सह-
वासानें त्यास पुढें दुय्यम आगवाऱ्याची नौकरी मिळाली.
आणि येथपासून जार्जाच्या आणि बाफेच्या यंत्राचानिकट
संबंध पडूं लागला. मोठमोठी सार्वजनिक कामें करून
जिकडे तिकडे त्याची मान्यता झाली. परंतु तो अविद्वान
राहिल्यामुळे त्यास मोठा खेद होई.

प्र० १५.—माल व उतारू लोक बाफेच्या गाडींतून
नेण्याची सुरुवात कधी व कोण-या रस्त्यावर झाली ?

उ०—पार्लमे^{न्ट} सभेच्या हुकमानें सन १८२५ तारीख
२७ सप्टेंबर रोजी स्टॉकटन आणि डार्लिंग्टन मंड-
ळीचा लोहमार्ग प्रथम सुरू झाला. त्या दिवशी ४५०
उतारू लोक बाफेच्या गाडींतून जाण्याकरितां आले होते.
दर बवरास बारा मैलांचा वेग होता. त्या नंतर सर्व
देशांत बाफेच्या गाड्यांचा फैलाव झाला.

ज्यावेळेंत हिंदुस्थानांत लोहमार्ग बांधण्याकरितां
मिरर फॉक्स यानें बाल त्रिनिदाद सरकारांत सादर केले,
त्या वेळेस एडमंड बर्क नांवाच्या एका सभासदानें बोलून
दाखविलें कीं, हिंदुस्थानांत इंग्लंडानें पूल, रस्ते, कालवे,
तळीं वगैरे सार्वजनिक कामें कांहींच केलीं नाहींत
... जर आपणांस तेथून हाकून लाविलें तर आपण
कोण रानटी लोक होतो किंवा जनावरें होतो इत.
कें देखील कळण्याचें चिन्ह राहिल असं दिसत
नाहीं !

परंतु ती कुचेष्टा आतां होत नाहीं. सांप्रतकाळीं
रेल्वेच्या संवधानें पाटण्यानजीक सोना नदीवर आणि
प्रयागाजवळ यमुनेवर बांधलेले पूल नामांकित आहेत.

पांच हजार मैल लांबीचा रेलवेचा रस्ता बांधला आहे. त्याचें भांडवल ८,८०,००,००० इतकें होतें. हल्लीं रेलवे इतकी वाढली आहे कीं, दक्षिण दिशेस मद्रासेहून मुंबई आणि पूर्वेस कलकत्ता, हे इलाखे रेलवेनें जोडले आहेत. आशियाय वेशीं मैलांची एक मोठी शाखा निघून लखनौ, दिल्ली, लाहोर, मुलतान, आणि कराची इतकीं शहरे जोडते. दक्षिणेस बंगालच्या उपसागरांत हुबळी नदी आणि भारवी समुद्रांतल सिधूनदी यांचीं तोंडां लोहमार्गांनें जोडलीं आहेत.

प्र० १६—लोहमार्ग बांधण्याचा मुख्य हेतु काय होता?

उ०—त्याच्या कल्पकच्या हेतूप्रमाणें पाहूं गेल्यास सांप्रत फारच फेर पडला आहे; तो हा कीं, उतारू लोकांची अमदानी फार वाढली. स्टाकतन् आणि डालिंगटन नांवाची रेलवे फक्त कीळसे नेण्याआणण्याकरितां तयार केली. पुढें दुसरी एक लिब्ररपूल आणि म्यानचेस्तर यांचे दरम्यान माल वाहून नेण्याकरितां बांधली होती. त्या वेळेस उतारू लोकांपासून नफा होईल हें लोकांच्या स्वप्नां देखील नव्हतें. कारण बाकेचें यंत्र आपणांस ओढून नेईल असा भ्रंवसा लोकांस नव्हता. कदाचित् कोणी कल्पना काढली तर त्यास लोक वेडा समत. एवढा असें घडलें कीं, लोकांनीं मोठा गवगवा केला आणि त्यापामून लिब्ररपूल आणि म्यानचेस्तर रेलवे कंपनीस आपला रस्ता तहकूब ठेवणें भाग पडलें, आणि पुढें लवकरच घोड्यांच्या गाड्या चालकाच्या बाकीच्या चालवूं नयेत असा सरकारांतून अलाहिदा कायदा निघाला !!

वर सांगितल्याप्रमाणे जरी कायदा जारी होता तरी त्या कंपनीने आपणापुरताच सरकाराशी एक ठराव करून घेतला, आणि भाडी वाफेच्या गाडीतून उतारू लोक नेणार आहो अणून लोकांत जाहीर केले. त्या वेळेस आश्चर्यकारक एक गोष्ट भरी घडली की, कंपनीजवळ जितक्या लोकांपुरते डबे होते त्यापेक्षा अधिक लोक आपण होऊन वाफेच्या गाडीत बसण्याकरिता आले.

पुढी माणसे बसण्याच्या गाड्या वाफेच्या गाड्यांप्रमाणे असत. उतारू लोक नोंदीव आणि त्यांची नांवनिशीवार याद गाडीजवळ देत. जेव्हा गाडी स्टेशानजिक येई त्या वेळेस एक मनुष्य भट फार्मावर उभा राहून विगूल वाजवीत असे. ही विगूल वाजविण्याची चाल मॉंचेस्टर स्टेशनावर कार दिवस चालत असे, ती नुकीच बंद झाली आहे.

जेव्हा रहदारी फार वाढू लागली त्या वेळेस कित्येक नवी इंजने तयार केली. त्यांचा वेग जास्त वाढविला, माणसांचे डबे खांगले प्रशस्त बांधले. तिकिटें काढलीं, अशा अनेक सोई केल्या. पहिली मॉंचेस्टर आणि लिंक्स्फोल्ड लार्डन होती ती निरुपयोगी ठरून दुसरी बांधली. त्या वेळेस वाफेची गाडी दर तासास २३ मैल चालत असे. ती वेग वाढत जाऊन आतां ५० पासून ६० मैलांपर्यंत आला आहे. उतारू लोक वाहून नेणाऱ्या वाफेच्या गाडीचें वजन २० पासून ३५ टनांपर्यंत वाढविलें. पूर्वी तें ४३ टनांचें होतें. रुळाचें (दर पाडांस) ३५ पौंडांपासून ७५ पौंडांपर्यंत वाढविलें. स्लीपरंन्नाली चिरे बसविले. रुळांचीं तांदें पूर्वी खुलीच असत

तो पट्या लावून मळसूत्रांनीं आंबळून टाकलीं. लो-
खंडी रुळ काढून पोलादी घातले.

उतारु लोकांची रहदारी आतां पाहा किती वाढली
आहे ! सन १८७२ सालीं फक्त ग्रेटब्रिटनांत हे
टिकिटें घेणारे ४०,१४,९५,०८० लोक होते. आशियाय
२,५७,४७० पिरि आस्ट्रेकल पास विकले होते. अशा
अनेक रकमा आहेत; त्या सर्व घेतल्यास फक्त ग्रेट-
ब्रिटनांत एका वर्षांत ४४,८४,८९,०८९ इतके उतारु
लोक वाफेच्या गाडींत बसून गेले.

मि. पौरडर ज्ञानें राष्ट्राच्या सुधारणुकीवरल निबंध
लिहिला आहे त्यावरून पाहतां असें दिसून येतं कीं, ज्या
वेळेस हाकेच्या गाड्या होत्या त्या वेळेस २०,००,०००
उतारु दरवर्षास अथवा ८२,००० दर दिवसांत जात
असत. त्या वेळेस सरासरी दर तासास १२ मैलांचा वेग
पडून सरासरी दर उतारूस पांच शिलिंग (झणजे दर
मैलास पांच पेनी, आ मानानें खर्च पडे, आणि वाफे-
च्या गाडीनें ४४८ लक्षांवर रोज उतारु जाऊन त्यास
एक शिलिंग आणि दीड पेनी इतका खर्च लागे. आ-
वरून हल्लीं पूर्वीपेक्षां $\frac{1}{4}$ खर्च कमी पडूं लागला
आहे.

आजसालीं वर सांगितलेल्या उतारुखेरीज एमिज प-
दार्थ आणि दुसरा माल मिळून १६२ लक्ष टनांचें
वजन वाफेच्या गाडींतून वाहून नेलें होतें. त्या वर्षांत
१६,२५,६१,२०४ इतके मैल गाड्या चालल्या होत्या.
आवरून असा मंदाज काढला आहे कीं, दरएक सेकं-

दास चार मैलांचा रस्ता सर्व वर्षभर गाड्यांनीं आच्छादिला गेही.

हे काम बजाविण्यास त्या सालीं ११,२५५ इंजिनें होतीं आणि त्यांच्या भट्टींत ४ लक्ष टन कोळशाची खाक होऊन त्यापासून दर मिनिटांत सुमारे ४० टन बजन पाणी बाहेरच्या रूपानें बातावरणांत पसरत असे. त्या सालीं २४,६४४ इतके उतारू लोकांचे उबे होते; ९१२८ ब्रेके होतीं, १,२९,१६३ मालाचे उबे होते, त्या वेळेस सर्व इंजिनें एकत्र करून त्यांची एक माळ केली असती तर ती लंडन शहरापासून पिटोबर्ग शहरापर्यंत जावी, सुमारे २३ लक्ष पहिऱ्या वर्गाचे उतारू लोक होते. ६२ लक्ष दुसऱ्या वर्गाचे उतारू होते, आणि ३०६ लक्ष तिसऱ्या वर्गाचे उतारू लोक होते. ज्याज स्टिफन्सनचें असें झणणें होतें कीं, “असे दिवस येतील कीं, लोहमार्ग रावापासून रंकापर्यंत बापरण्याजोगा होईल त्या वेळीं कीणां पायानें मजल करणार नाही. ती गोष्ट हल्लीं घडून आली आहे.

इतका खटाटीव निर्मिन्न चालविण्यास ठेवलेल्या बंदोबस्ताविषयीची गोष्ट देखील तशीच वर्णनीय आहे. अलबत्त जोंपर्यंत बाहेरची गाडी मनुष्याकडून चालविली जात आहे तोंपर्यंत त्यांत (मनुष्याच्या कृतींत) कमीपणा राहिलच, मग त्याचें यांत्रिक कितीही सुधारलेलें असलें आणि तें कितीही दीर्घ विचारानें रचलेलें असलें तरी कामकरी मनुष्याच्या क्षणिक सुस्तीपासून मोठा अनर्थ उत्पन्न होतो ! ह्या सर्व स्थितीचा विचार करून पाहिलें झणजे जो बंदोबस्त ठेवला आहे त्याची वेगा-

शीं तुलना करून पाहतां तो उत्तम प्रकारचा आहे असें झणणें भाग पडतें. त्यांत दक्षता आणि हस्त-चापव्य हीं मुख्य होत.

तुलनेनें पाहूं गेल्यास लोहमार्गानें काम राबंदिचस कोणत्या व किती दक्षतेनें सांभाळून त्यानें लागतें हें समजणारे लोक फारच थोडे सांपडतील. हा मार्ग सतत पाहणीखालीं असतो. एक मुकदम असतो, त्याच्या हाता-खालीं नियमित संख्येचे बिगारी असतात. त्याच्या मदतीनें मुकदमास नियमित हर करून दिली असते, रुळ आणि त्याच्या बैठकी (चुर्च्या) खणखणीत असून त्याचीं बंधनें बरोबर आहेत आणि त्याचप्रमाणें रस्ता निष्प्रतिबंध आहे किंवा नाही हें पाहण्याचें काम या मुकदमाचें असतें. शाशिवाय मार्गाच्या संगमावर, आणि शाखांवर सांधेजाले नेमलेले आहेत.

लोहमार्गाचें काम कसे चाललें आहे हें पाहून त्या-च्या रिपोर्ट करण्याकरितां सरकारांतून इन्स्पेक्टर लोक नेमले ते गाड्यांच्या घडघडाटानें आणि वेगानें अगदीं गोंधळून गेले. टेलर जंकशूनाच्या स्टेशनावरील कामाचा रिपोर्ट सर फ्रेडरिक स्मिथ छाने केला त्यांत असें दर्श-विलें आहे कीं, २४ तासांत २३ उताऱ्यांच्या गाड्या ह्या स्टेशनावरून जातात. अशा ह्या अवाढव्य कामांत फक्त बंदोबस्तच विशेष पाहिजे इतकेंच केवळ नाही; परंतु धोळील कामदार लोक सदां व्यागृत आणि उत्साहयुक्त असें असावे.

प्र० १७—वाफेच्या गाडीची दिशा फिरविण्याची युक्ति कशी आहे ?

उ०—वाक्रेची गाडी फिरविण्याकरितां एक प्रकारचा चौरंग आहे, त्यास टर्न टेबल असें म्हणतात. लांकडी भयवा धातूचीं दोन वाहलें एका पाटीवर बसवून ती पाटी एका कुसावर तोळलेली असते. ती त्या कुसावर मोकळेपणीं वाटोळी फिरते. मार्गाच्या सपाटीखालीं एक वाटोळी आणि यंत्राच्या लांबीइतक्या व्यासाची सांच खणून मध्य केंद्र उभें करितात. आणि त्यावर वाहा- लाची पाटी ठेवितात. ह्या चौरंगवर यंत्र आणून उभें केले आणि वाहलांची जोडी फिरविली म्हणजे ति- च्या अर्धे केंद्रांत यंत्राचें वोंड फिरतें. यंत्र रस्त्यावरून चौरंगावर येतांना आणि चौरंगावरून रस्त्याकडे जातांना वाहलें खालीं दवून नयेत म्हणून त्यांच्या दोन शेवटांस दोन चाकें लावितात तीं भशावेळीं यंत्राच्या भारास टेकू होतात. हीं चाकें सांचेंत एका वर्तुळ लोहमार्गावर फिरतात. (भा. ८५ पाहा.)

प्र० १८—यंत्र फिरविण्याची दुसरी युक्ति काय आहे?

उ०—इंग्रजी Y सारख्या आकाराची एक रुळांची भोळ मांडून तिजवरून यंत्र फिरवितात. (भा. ७० पाहा.) ह्या आकृतींत अ क आणि ब क हीं दोन बांकणें आहेत. आतां अ बाणाच्या दिशेनें मुख्य रस्त्यावर यंत्र उभें असेल तर त्यास अ क बाणाच्या दिशेनें अ क बांकणावर आणून उभें करावें. आणि क ब बांक- णाकडे जातांना (ब बाणानें दाखविल्याप्रमाणें) क ठि- काणापासून यंत्र येऊन उभें राहिलें म्हणजे त्याचें वोंड ब बाणाच्या दिशेंत होईल.

प्र० १९-एका ओळीवरील गाडी दुसऱ्या ओळीवर कशी चेंवतात !

उ०-७८ व्या आकृतीत दोन ओळी एका ठिकाणी मिळवून दाखविल्या आहेत. आकृतीत व अ या दोन ओळी आहेत त्यांत व ओळ मुख्य असून अ ही शाखा आहे; ती १, २ या बिंदू पासून फुटते (अथवा ती तेथे येऊन मिळते.) हिचा सांघा ३ ठिकाणी आहे, १ आणि २ ही रुळांचीं तोंडे अशा रीतीनें वसविलीं आहेत कीं, तीं आपल्या बैठकीवर मोकळेपणीं मागे पुढें सरतात. तीं मागे पुढें करण्याकरितां तेथें एक मनुष्य ठेवतात. आकृतीत अ शाखेवर (बाणाच्या दिशेनें) गाडी येणार आहे अणून रुळांचीं टोके मागे ओढून धरलीं आहेत. जेव्हां गाडी व ओळीवर घेणें असेल तेव्हां तीं टोके झुण्याच्या रेषेवर येऊन राहतील. हीं टोके मागे पुढें सारण्याकरितां त्यांस एक दांडा जोडून त्या दांड्याचें दुसरें शेवट ओळीपासून दूर नेऊन त्यास एक भुज लावलेली असते. ही भुज एका भटोवर फिरते, ती फिरविली अणजे गाडीची वाट बदलते.

प्र० २०-वाफेची गाडी चालविण्याची मुख्य धोरणें काय आहेत !

उ०-आ गाडीचें चालणें अगदीं हुकमी नसतें अणून भरधांव गाडी चालत असतां ती एकदम उभी करण्याचें मनांत आणल्यास एकदम घडत नाहीं, अणून पुढें कांहीं अंतरावर थांबावयाचें असल्यास तिचा वेग पूर्वीपासून कमी करावा लागतो. स्टेशनापासून दोन्ही बाजूंस सुमार आठव्या अथवा पाऊण मैलावर गाडी

चालविणारास दुरून दिलेल असें चिन्ह उभें करून ठेवितात (आरु. ८१ पाहा.) ह्या चिन्हास सिग्नल असें म्हणतात. (आरुति ८० पाहा.) आरुतिंत अ अ हा लांकडाचा खांब उभा आहे, त्यास ब फळी आडवी लावली आहे, ती एका दांड्यानें बर खालीं करितात.

प्र० २१—फळी बर खालीं करण्याची आवश्यकता कां असते ?

उ०—स्टेशनांत अनेक प्रकारचे अडयळे ओळीवर असतात. ज्या ओळीवर एक गाडी व्यावयाची आहे अशा ओळीवर दुसरी एकादी गाडी कांहीं अडचणीस्तब उभी असते, किंवा रुळाची फिरपाफिरव होत असते; अशा अडचणी अनेक असतात, म्हणून दुसरी गाडी स्टेशनांत येऊं देण्यापूर्वी ती गाडी, ज्या ओळीवर व्यावयाची असेल ती ओळ साफ आहे अशी खात्री झाल्यानंतर फळी खालीं करितात, म्हणजे बाहेरून येणारा गाडीवान आंत येतो. हा नियम खाल्यांत सर्वास कळविलेला असतो, म्हणून फळी खालीं झाली नाहीं तर गाडीवान त्या चिन्हापर्यंत येऊन तेथें ट्रेन उभी करितो.

प्र० २२—फळीस लाल रंग देण्याचें कारण काय ?

उ०—वाक्य्या गाडीचा वेग कमी करण्यास खुणांचें साध ध्यावें लागतें. रंगाच्या खुणा दिवसाकरितां आणि दिव्याच्या खुणा रात्रीकरितां ठरविल्या आहेत. गाडीस पूर्ण वेगानें जाऊं देणें असेल तर (अथवा रस्ता साफ असेल तर) पांढरा रंग अथवा पांढरा दिवा दाखवावा.

12432 dk 30.5.66 Rs. 5

कांहीं अदृष्टणीतून गाडी इळ चालविण्याची गरज असेल तर कळी खाली करावी अथवा हिरवा दिवा दाखवावा. गाडीस एकदम उभी करणे असेल तर लाल रंग अथवा लाल भिंगाची बत्ती दाखविताव.

वाफेच्या गाडीस थांबविण्याची युक्ति अशी आहे कीं, एक मळसूत्र असतें तें फिरविलें झणजे चाकाच्या दोन बाजूस दोन लांकडाचे अथवा धातूचे ठोकळे असतात ते त्यासरसो चाकाच्या भासेस दोहोंकडून भांबळून चाकास फिरू देत नाहींत. त्यांनीं इतकें काम बजाविलें झणजे मग जरी चाकें न फिरतां घसटत चालली तरी त्यांचा दोष ठोकळ्यांकडे नसतो. एका मनुष्याकडून हें मळसूत्र फिरविण्याची मात्र गरज असते.

प्र० २३—मनुष्याच्या श्रमाशिवाय गतिरोधक गाडी उभी कसं शकतात किंवा नाहीं ?

उ०—होय, थोड्या दिवसापासून गतिरोधकावर वाफेच्या साद्यानें हवेचा दाब पाडून त्यांस भांबळतात. हवा दाबण्याकारितां एक अलाहिदा वाफेचें यंत्र इंजिनावर ठेवलेलें असतें तें चालविलें झणजे गतिरोधकावर हवेचा दाब पडूं लागतो, तेणेंकरून इंजन आणि त्याच्या मागे जितके उबे असतील तितक्यांचीं गतिरोधकें एकदम आपआपलीं चाकें बंद करून टाकतात. उड्याडळ्यांतून हवा नेण्याकारितां एक रबराची नळी असते. गाडीना नास पाहिजे त्या वेळीं गाडी उभी करण्याचें हें एक उनम साधन निघालें आहे. ह्या प्रकारचे गतिरोधक अनेक कारागिरांनीं तयार केले आहेत, त्यांत बेस्टिंग

होस नांवाच्या सह्याने केलेला गतिरोधक मुख्य आहे. ह्याचा उपयोग सर्वत्र करितात. हिंदुस्थानांत देखील ही सहा आतां जामोजाग घेऊं लागले आहेत.

उपोद्घात समाप्त.

भाग २.

वाफयंत्राविषयी.

Steam Engine.

प्रश्न २४—वाफयंत्रांत चरशक्ति कशी भाणिली आहे ?

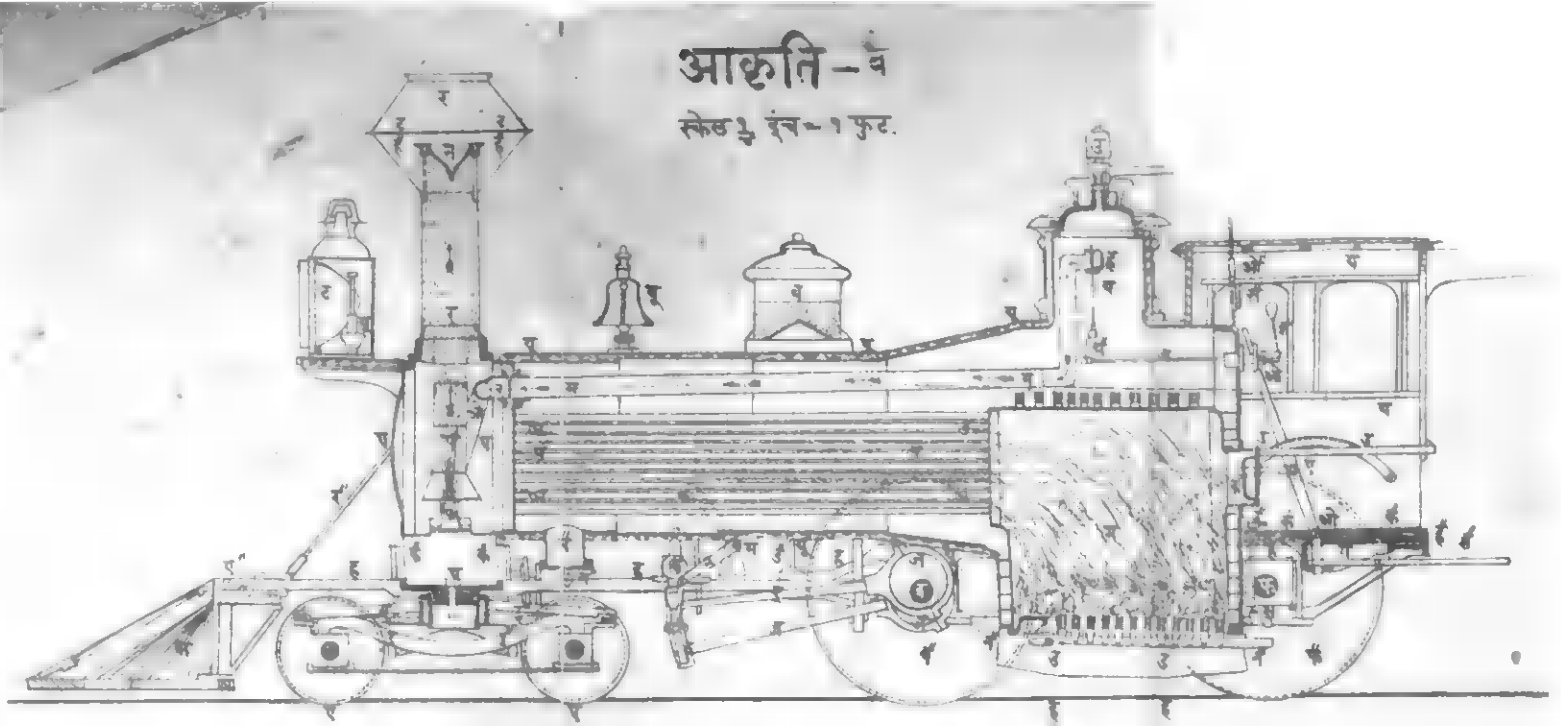
उत्तर—वाफेची यंत्रे चालविण्याकरितां वाफेच्या प्रसरणशक्तीचा उपयोग केला आहे.

प्र० २५—वाफेची प्रसरण शक्ति बंधांत घेऊन निजपासून चलन घडतें, तें कसें ?

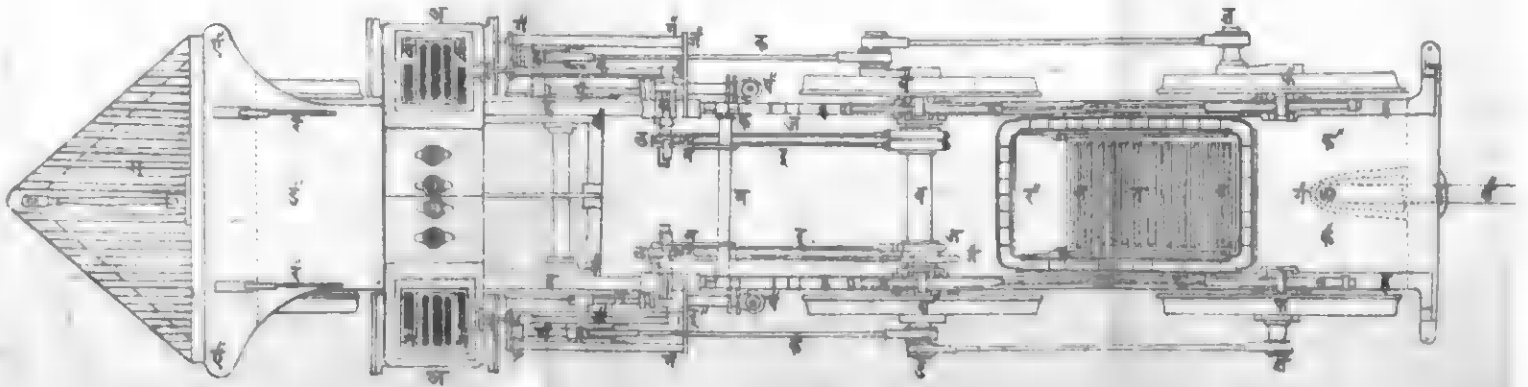
उ०—म्हणच्या एका तोंडापासून दुसऱ्या तोंडापर्यंत दह्या फेळतो, मशा एका तुंब्यांत तीस घेतात (भार-
ती १ पादा) हीत हा तुंबा क असरानें दाखविला आहे. क आणि ड ही त्या तुंब्याची तोंडे जाणानीं.
आतां ह्या तुंब्याच्या क तोंडावाटे वाफ आंत सोडली
तर दह्या तिथ्या जोरानें ड तोंडाकडे जाईल, आणि
तो दह्या तेथें गेल्या नंतर त्या वाफेस झुली करून
दिली आणि पूर्ववत् प्रमाणें ड तोंडावाटे दुसरी नवी

आकृति-ब

लेख ३ रंज-१ फुट.



आकृति-क



वाक तुम्हांत सोडली तर (आरुतीत दड्या व भक्षारनें दाखविला आहे) दड्या पूर्ण ठिकाणी येईल, झणजे क तोंडाकडे येईल; व्यापमाणें वाफेस एका रस्त्यानें आव घेऊन दुसऱ्या रस्त्यानें झुली करीत गेलें तर दड्यास मागे पुढें सरण्याची अपांत गति उत्पन्न होईल. आतां हीच गति र दांड्यास मिळावी झणून त्याचें एक टोंक दड्यांत खिळवून टाकलें आहे. सारांश की, दड्या किंल लागला झणजे त्याच्या बरोबर दांड्याही मागे पुढें होऊं लागतो. स्पष्टीकरणार्थ तुम्हाच्या दोन दांड्यास मागलें आणि पुढलें तोंड अशी संज्ञा दिली आहे.

प्र० २६-वर सांगिलेल्या दड्यास सरळ गति भसतां ती चक्राकार गतीत कशी आणिली आहे ?

उ०-सरळ गतीस चक्राकार गतीत आणण्याक- रित्या दांड्याचें दुसरें टोंक दुसऱ्या एका र दांड्यास जोडून त्याचें दुसरें टोंक आंसाच्या संवेधांत भसलेल्या व दा पाऊस जोडलें आहे. आंसाचें एक टोंक स दा भक्षारनें दाखविलें आहे (आ. २ पाहा) आतां उघड आहे की, व दड्या र बाण्याच्या दिशेंत सरकला तर, त्यापासून पाऊस न बाणाच्या दिशेंत मुकावें लागेल. परंतु हा शौक सवत खालणार नाही; कारण की, जेव्हां पाऊ ५ व्या आरुतीत दाखविलेल्या शून्याच्या ओळी- पर्यंत येऊन पोचेल तेव्हां दड्या सरकण्याकरितां जी शक्ति योजिली असेल ती पाऊस फेरा पुरा कलं देण्यास समर्थ होणार नाही. व हाच प्रकार जेव्हां पाऊ विरुद्ध दिशेनें मुकून येईल तेव्हांही घडून येईल. दा (पाऊ

यांबण्याच्या) ठिकाणास पाऊचे मृतविंदु असें झणतात. सारांश की, ह्या ठिकाणी पाऊ आली झणजे वाकेची शक्ति पुरेनाशी होऊन पाऊ लटपटते.

प्र० २७—हे मृत विंदू पाऊ घलांडून कशा जातात कीं, ज्यामुळे त्यांचा केरा पुरा होतो ?

उ०—स्पर्शक वाक यंत्रास जड आणि विस्तीर्ण असें एक चाक लावतात (त्यास फ्लायव्हील असें झणतात) हे चाक २ व्या आकृतीत क क अक्षरांनीं दाखविलें आहे. दिलेल्या शक्तीने पाऊ एका मृतविंदूपासून दुसऱ्या मृतविंदूपर्यंत जात असतां त्या शक्तीपासून उडत्या चाकास चांगला हेलकावा बसतो आणि त्यामुळे तें चाक पाऊस आपल्या बरोबर मृतविंदूवरून खेचून नेतें. ह्याच कारणास्तव स्पर्शक वाकयंत्रास ह्या उडत्या चाकाची आवश्यकता असते.

प्र० २८—तुंब्यांत वाफ घेणें आणि बाहेर सोडून देणें हें कसें घडतें ?

उ०—(आ. २ पाहा) तीस क आणि ड ह्या रस्त्यानें आंत घेताना आणि ज रस्त्यानें बाहेर घालवितात. पहिल्या दोन रस्त्यांस वाय्वमार्ग आणि दुसऱ्यास श्वासमार्ग असें झणतात. ज मार्ग क आणि ड ह्यांच्या मध्ये आहे व तो हवे बरोबर मिळालेला असतो. क, ड, ह्या रस्त्यांतून वाफ तुंब्यांत भरली झणजे ती ज मार्गानें बाहेर पडते, त्या वेळेस पफ् असा ध्वनि निघतो. (आकृति ४ पाहा). क क तोंडावर क हें एक कळीचें दार फिरत असतें. त्यास फिरती उघडी अशी संज्ञा दिली आहे. ही उघडी अशा रीतीनें बसविले-

ली आहे की, तिच्या मागे पुढे फिरण्याने वाष्पमार्ग एकदा उघडतील आणि दुसऱ्याने बंद पडतील. ही उघडी तुंब्यावर लोखंडी पेटित बसविलेली आहे. ह्या पेटित बाष्पाशय असे झणतात; कारण की वाफ कामास लागण्यापूर्वी ती ह्या पेटित सांचून राहते, नंतर उघडी फिरू लागली झणजे थोडथोडी तुंब्यांत उतरते. जेव्हां २ व्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे उघडी एका ठिकाणी उभी असते त्या वेळेस पुढला वाष्पमार्ग उघडा राहतो, आणि त्यांतून वाफ तुंब्यांत उतरते त्यामुळे दट्यावर थप्पड बसून तो मागे येतो त्या वेळेस उघडी १ व्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे सरकते, त्यामुळे ड (झणजे मागचा) मार्ग उघडा पडून त्या वाटे तुंब्याच्या मागल्या तोंडात वाफ भरते. येथे असे दिसून येईल की, उघडीच्या कामादार भागाने पुढला वाष्पमार्ग आणि श्वासमार्ग शकले जाऊन पूर्वी जी तुंब्याच्या पुढल्या तोंडावाटे वाफ आत भरली असेल ती पुन्हा क द्वारावाटे श्वासमार्गातून हवेत जाईल. उघडी आळीपाळीने मागे पुढे सरू लागेल त्या वेळेस, वाफ पुढल्या तोंडाकडून आत मरून दुसऱ्या तोंडावाटे बाहेर पडेल. ह्याप्रमाणे उलट सुलट क्रिया घडू लागेल.

प्र० २७-उघडी वाफेस तुंब्यांत घेते आणि बाहेर घालवून देते हें सांगितलें, परंतु ती वेळच्या वेळीं मागे पुढे कशी सरकते?

उ०-ही रूति एका विषम केंद्रिय चक्राकडून साधून घेतली आहे. हे चक्र ४ व्याची मुज ६ व्या आकृ-

तीत दाखविलीं आहेत. ह्या विषम केंद्रिय चक्रास धांव असते ती त्यावर स्थायिक असून चक्र मात्र तिच्या आंत फिरतें. वर सांगितलेली जी मुज आहे तीच ह्या धांवेस अचळ ठेवते. असें नसतें तर चक्राबरोबर धांवही फिरती; परंतु येथें तसा प्रकार घडत नाही. ही धांव वारंवार साफ करण्याकरतां काढून घ्यावी लागते. झणून तिचीं दोन अर्धे करून बसविलीं आहेत; ती आडच अथवा सईल करणें साम्यास मळसूत्रें फिरवावीं. हिच्या एका अर्धास मुज बसविली आहे, व विषम केंद्रिय चाक आंसास जोडले आहे. ६ व्या आरुतीच्या रचनेवरून स्पष्ट रीतीनें दिसून येईल कीं, विषम केंद्रिय चाक धांवच्या आंत फिरूं लागलें झणजे धांवेस जोडलेल्या भुजेस मार्गे पुढें होण्याची गति येईल. त्यांत मुज पुढें जाईल त्या वेळेस ह्या विषम चक्राची मोठी बाजू पुढें असेल, आणि भुज मार्गे येते वेळीं लहान बाजू पुढें होईल. आतां ह्या भुजेचा संबंध एकदम उघडीशीं ठेवला झणजे उघडीही मार्गे पुढें सरकूं लागेल; परंतु आगगाडीच्या यंत्रांत हें विषम केंद्रिय चक्र भुजेच्या पातळींत राहत नाही. उघडी वर आणि विषम केंद्रिय चाक खालीं असें असतें, झणून त्यांची पातळी राखण्याकरतां मध्यें एक उभा दांडा एका आंसावर बसवितात त्याच्या खालच्या टोंकास वर सांगितलेल्या भुजेचें दुसरें टोंक जोडलेलें असतें आणि त्याच्या दुसऱ्या (झणजे वरच्या) टोंकास दुसरा एक अलाहिदा दांडा जोडलेला असतो (हा म अक्षरानें दाखविला आहे) व त्याच्या दुसऱ्या टोंकाचा संबंध उघडीस केलेला असतो. २ व्या आरुतींत हा उभा

दांडा र र ह्या अक्षरांनीं दाखविला आहे. ह्यास इंग्रजीत राकर (डोल्पा किंवा डोलणाऱा) असें म्हणतात. विषम केंद्रिय चक्राकडून राकरास मिळणाऱ्या सोंक्याची दुसरी दिशा शून्याच्या ओळीनें दाखविली आहे. (आकृति २ री पाहा) ह्यावरून उघड दिसून येईल कीं, आंस स आणि विषम केंद्रिय चाक ग हीं फिरलीं म्हणजे राकरास सोंकाकार गति मिळेल आणि ती वर सांगितलेल्या उघडीस मिळवून दिली म्हणजे उघडी वेळच्या वेळीं मागे पुढें सरेल.

भाग ३.

हवा आणि वाफ ह्यांच्या शक्तीविषयी.

Forces of Air and Steam.

प्र० २८—हवेचा दाब म्हणजे काय ?

उ०—हवेचा दाब म्हणजे तिची वजनशक्ति होय; आणि ती ज्या ज्या बिंदूवर राहते त्या त्या सर्व बिंदूवर तिचा दाब पडतो. पृथ्वीच्या गोळ्यासमोवती ५० मैल जाडीचे हवेचे केंद्रण आहे त्याचप्रमाणें तें सर्व पदार्थावर आहे आणि हवेस वजन आहे म्हणून तिचा दाब सर्वावर पडतो.

प्र० २९—हवेस वजन आहे म्हणून सांगितलें, परंतु तें कसे सिद्ध करून दाखवितां ?

उ०—हें सिद्ध करून पाहणें असल्यास एक खरा-चा हवेनें भरलेला फुगा वजन करावा, आणि त्यांतून

हवा काढून तो पुन्हा वजन करावा, झणजे त्याचें वजन दुसऱ्या वेळीं कमी भरेल. मात्र हा चमत्कार सूक्ष्म रीतीने पाहिला पाहिजे, परंतु फुगा मोठा झणजे हजार घागरी पाणी राहो इतक, असेल तर हा चमत्कार नुस्ता डोळ्यांनीं देखील समजून येईल, व व्याचप्रमाणें पुढेही जाणांव.

प्र० ३०—आपल्या शरीरास हा दाब कां समजून येत नाही ?

उ०—आपण कारण असें आढे कीं, हवा आपल्या शरीराच्या सर्व बाजूवर सारखी पडून ती एका बाजूनें गितकी आपणास दाबते तितकीच ती दुसऱ्या बाजूनें दाबते, झणून अनेक दिशांकडून पडणारे दाब परस्परांत साम्यता राखतात, झणून तो दाब आपल्या शरीरास समजून येत नाही; परंतु हा साम्यतेत फरक पडला तर त्यापासून अनेक चमत्कार घडून येतात. उदाहरणार्थ—एका तोंडास बंद असलेल्या अशा नळीतून हवा तोंडांत ओढून घेतली तर, नळीत जीम भरते, झणजे नळी जिमेस चिकटते दुसरा प्रकार असा आहे कीं, कमावलेल्या चामड्याचा तुकडा साधारण अवस्थेत असतां तो कशासही चिकटत नाही; परंतु त्यास ओला करून गुळगुळीत आणि सपाट दगडावर आंयळून खूब दाबून बसविला तर, तें चामडें वर उचलूं गेल्यास तें दगडासहित उचलेल. तिसरा प्रकार असा आहे कीं, एक तोंड द्रवांत बुडालें आहे अशा नळीच्या दुसऱ्या तोंडावाटे हवा तोंडांत खेचून घेतली तर द्रव वर चढून तोंडांत येतो. हे चमत्कार हवेच्या दाबानेंच घड-

तात. त्यांपैकी पहिल्या चमत्कारांत, एका बाजूच्या हवेच्या दावाने मनुष्याची जीभ नळीत भरते, दुसऱ्यांत हवेचा दाव चामड्यावर पडून ते दगडास चिकटते, आणि तिसऱ्यांत हवेचा दाव द्रवावर पडून तो द्रव नळीत वर चढतो. ह्या दावास वातावरणाचा दाव असें म्हणतात.

प्र० ३१-वातावरणाच्या दावाचे प्रमाण काय आहे व ते कसे मापतात ?

उ०-हें दर एक चौरस इंचावर मापतातात, आणि ते पृथ्वीच्या दर एक चौरस इंच जाग्यावर १५ पोंडांच्या वजनाचे असते. उदाहरणार्थ ७ व्या आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे आपल्याजवळ एक अ तुंबा आहे त्यांत वायुनिरोधक असा व दट्या असून त्याचे क्षेत्रफळ एक चौरस इंचाचे आहे असें ग्रहण केले. आणि जर त्या तुंब्यातील दट्याच्या वरच्या बाजूवरची हवा काढून टाकली तर दट्याच्या खालील हवा त्यास वर सरकतील; ती इतक्या जोराने की, त्या दट्यावर (आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे) १५ पोंडांचे ओझे लादलेले असले तरी ते ती उठवू शकेल. मात्र दट्या तुंब्यांत निष्प्रतिबंध फिरता असावा. परंतु पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर चढत अगर उतरत गेल्याने ह्या दावांत तफावत पडू लागते. ह्याचें कारण असे आहे की, सपाटीपेक्षा उंच-वट्यावर हवा पातळ असते आणि खालीत ती सपाटी-

१. वास्तविक रीतीने ते १४. ७ पोंड असते; परंतु प्रचारात ते १५ पोंड धरले आहे.

पेतां अधिक दाट असते झणून दावांतही केरफार होतो.

प्र० ३२—वाफ झणजे काय ?

उ०—वाफ हे पाणी असून ते उष्णतेच्या योगाने वायुरूप होतें, व सर्व ऋतूंमध्ये पाण्याच्या पृष्ठभागावरून कण उडून त्यांचीं ढगें बनतात; परंतु हा प्रकार केवळ मंद उष्ण मानावर घडतो तो केवळ पाण्याच्या पृष्ठभागावरच घडतो. परंतु २१२ अंशांच्या उष्ण मानावर पाणी भांड्यांत कढविलें तर, पाण्याच्या गोळ्यांतील कण (जे भांड्याच्या तप्त पृष्ठभागावर राहिलेले असतात ते) वायुरूप होतात, आणि बुडबुड्यांच्या रूपानें पाण्याच्या पृष्ठभागाकडे येतात. ह्या चमत्कारास आपण कढणें असें झणतो. परंतु एथें एक गोष्ट सांगणें आह्मे ती ही कीं, भागमाडीच्या चिमणीवाटे जो पांढरा ढग अथवा गोळा निघतांना दिसतो ती खरी वाफ आह्मे असें समजू नये. पाण्याचे लहान लहान कण थंड हवेबरोबर मिळून ते पाहणारास ढगाप्रमाणें पांढरे दिसतात. खरी वाफ अदृश्य असते, झणजे तीस रंग नसतो. हें पाहावयाचें असल्यास ती जेव्हां चिमणीतून बाहेर पडते तेव्हां चिमणीकडे सूक्ष्म रीतीनें लक्ष लाविल्यास चिमणीच्या तोंडाच्या अति संनिध भागाजवळ वाफेचा प्रवाह दृष्टेत्पत्तीस येत नाही; परंतु जसजशी ती वर चढते तसतशी तीत थंड हवा मिळून तिचा पांढरा गोळा दिसूं लागतो.

प्र० ३३—उघडत्या भांड्यांत पाणी कढाविलें तर काय होतें ?

३०-त्याचें उष्णमान कांहीं वेळ वाढत जाऊन पुढें त्या पाण्याचें वाष्पीभवन होऊं लागतें, व सरतेशेवटीं कणांचें बुडबुडे निघून पृष्ठभागाकडे येतात आणि येणें करून कढण्याची क्रिया सुरू होते. पुढें कढणें सुरू झालें झणजे त्याच्या बरोबर उष्णमान वाढत नाहीं, आणि सर्व पाणी कढून जाई तोंपर्यंत तें जितक्याचें तितकेंच असतें. सारांश कीं, जर उष्णता जास्त लाविली तर, कढण्याची क्रिया मात्र जलद घडेल, आणि थोडी लाविली तर, कमी घडेल. ज्या विंदूवर वाष्पीभवन होतें त्यास कढाचा विंदु असें झणतात हा उष्णता-मापक यंत्रानें समजतो.

प्र० ३४ उष्णतामापक यंत्र झणजे काय ?

३०-उष्णतामापक यंत्र (ज्यास इंग्रजींत थर्मो-
मिटर असें झणतात,) झटलें झणजे एक काचेची नळी
असते त्या नळीस खालच्या बाजूस एक फुगा असतो, व
तोत पातळ पदार्थ भरतात. ती नळी एका फळीस
बसवून त्या फळीवर अंश मांडतात, त्या अंशांच्या
योगानें तो पातळ पदार्थ किती प्रसरण पावला
(फुगला) हें कळतें. ह्या यंत्रांत बहुधा पाण्याची योजना
करितात; कारण कीं, उष्णता जसजशी जास्त होते किं-
वा कमी होते त्या मानानें कमीजास्त आकुंचन किंवा
प्रसरण पाण्याचेठायीं जसें सूक्ष्मपणें घडतें तसें दुसऱ्या
कोणत्याही पातळ पदार्थाच्या ठायीं घडत नाहीं. ह्या
फळीवर जे अंश मांडलेले असतात त्यांपैकीं एकास
कढाचा विंदु आणखी एका अंशास थिजण्याचा
विंदु असें झणतात. कढण्याच्या विंदूचा असा अर्थ

आहे की, पाप प्रसरित होऊन त्या विंदूपर्यंत चढण्यास त्याच्या अंगी जितकी उष्णता लागते तितकी उष्णता पाण्यांत शिरली असतां तें कढूं लागतें. आतां यिज-
ण्याचा विंदु झणजे पाण्यांत जितकी उष्णता असतां तो आकुंचित होऊन त्या विंदूपर्यंत उतरतो व तितकी उष्णता पाण्यांत उरली असतां तें गोठूं लागतें. उष्णता-
मापक यंत्रे अनेक आहेत व त्यांच्या शेवटच्या विंदूत तळावत असते व त्या सर्वांवर अंशही सारखे मांडलेले नसतात. फा-हेनैतचे उष्णतामापक यंत्र विलापतेत चालू आहे, सेटीग्रेडचे फ्रांसांत चालू आहे, आणि रुमरचे जर्मनीत आणि प्रुशिपेत चालू आहे. पहि-
ल्याचे झणजे फा-हेनैतरुत उष्णतामापकाचे २१२ अंश केले आहेत आणि त्याच्या ३२० अंशांत यिज-
ण्याचा विंदु आणि २१२ व्या अंशास कढण्याचा विंदु असें झणतात. दुसऱ्या उष्णतामापकांत झणजे सेटी-
ग्रेडरुत यर्माभेतरांत फक्त १०० अंश असतात. त्यांत जेथें शून्य असतें त्या विंदूवर पाणी यिजतें आणि १०० व्या अंशावर पाणी कढतें आणि तिसऱ्या प्रकार-
च्या उष्णतामापकांत झणजे रुमररुत यर्माभेतरांत फक्त ८० अंश असतात, त्यांत जेथें शून्य असतें त्या ठिकाणी पाणी यिजतें आणि ८० व्या अंशावर तें कढतें. आरुतींत हीं कोष्टकें फा-हेनैतच्या यर्माभेतरांत काढून दाखविलीं आहेत. (आरुति ९ पाहा.)

प्र० ३४-कढाचा विंदु कशावर अवलंबून असतो ?

उ०-तो मुख्यत्वेकरून पाण्याच्या पृष्ठभागावरील हवे-

च्या दावावर व काहीं अशीं पाण्याच्या स्वच्छतेवर अवलंबून असतो. जसें, जें कढणें २१२ अंशांच्या उष्णतेवर साधारण वातावरणीय दावाखालीं घडतें तेंच पर्वताच्या शिखरावर सखल जमिनीपेक्षां कमी उष्णमानावर घडतें. निर्वात नळींत साधारण हाताच्या उष्णतेनें देखील पाणी कढतें. त्या वेळेस ९२ अंशांची उष्णता हाताकडून त्यास मिळते.

प्र० ३५—उघडया भांड्यांतून जेव्हां वाफ बाहेर पडते तेव्हां तिचा दाब किती असतो ?

उ०—तिचा दाब ज्या वातावरणांत कढण घडो त्या वातावरणाच्या दावाइतकाच असतो. व्यवहारांत हा दाब १५ पौंडांचा आणि कढाचा बिंदु २१२ अंशांचा असतें मानिले आहे, तथापि जर आपण पर्वतावर (सगणजे जेथें दर चौरस इंचाच्या जमिनीवर १० पौंडांचा वातावरणाचा दाब असतो तेथें) जाऊन पाणी कढविलें तर १९३.३ अंशांच्या उष्णमानावर कढतें व त्यांतून जी वाफ बाहेर पडते तिचा दाब तेथील वातावरणाच्या दावाइतका (सगणजे १० पौंडांचा) असेल. आणि ह्याच्या उलट कृति करून सगणजे खोलीत जाऊन पाहिलें तर २२८ अंशांची उष्णता लागे तोंपर्यंत पाणी कढणार नाहीं. कारण सपाटीपेक्षां तेथें वातावरणाचा दाब भारी सगणजे दर चौरस इंचाच्या जमिनीवर २० पौंडांचा दाब असेल, सगून पाण्यांतून ह्या ठिकाणीं जी वाफ निघेल तिचा दाब २० पौंडांचा असेल. ह्या तीन प्रयोगांत तीन प्रकारची भिन्नता आहे ती अशी कीं, १५ पौंड सपाट जमिनीवर दर चौरस इंचास वातावरणाचा

दाव १५ पौंड असून तेथें पाणी २१२ अंशांवर कढतें, आणि पर्वतावर तें १९३.३ अंशांवर घडून तेथील वातावरणाचा (दर चौरस) इंचास १० पौंडांचा दाव असतो आणि खार्णीत तो दर चौरस इंचावर २० पौंडांचा दाव असून तेथें पाणी २२८ अंशांच्या उष्णमानावर कढतें.

प्र० ३६—जर बंद भांड्यांत पाणी घालून कढविलें तर काय होतें ?

उ०—अशा बंद भांड्यांतील वाफ प्रथम पाण्यांतून निघून पाण्यावरील पोकळीत भरते, आणि जर तीस बाहेर पडू न दिलें, तर तिचा दाव जास्त होत जातो, आणि त्या पाण्याचें आणि वाफेचें उष्णमान दाबाबरोबर वाढत जातें, आणि जोंपर्यंत उष्णमान वाढत जातें तोंपर्यंत दाव वाढतों; तो एथपर्यंत वाढत जातो कीं, शेवटीं त्या दाबानें भांडें फुटून वाफ बाहेर पडते. त्याचप्रमाणें जितका जितका वाफेचा दाव वाढत जातो, तितका तितका कढाचा बिंदु त्याजबरोबर वाढत जातो.

दुसरी एक गोष्ट अशी आहे कीं, प्रत्येक अंशांच्या उष्णमानास नियमित पौंडांचा दाव असतो, जितकें पाण्याचें उष्णमान वाढतें तितका वाफेचा दाव वाढत जातो. जसें, २१२ अंशांच्या उष्णमानावर वाफेचा दाव वातावरणाच्या दाबाइतका असतो. २४० अंशांच्या उष्णमानावर २५ पौंडांचा दाव मिळतो. एथें आतां हा दाव वातावरणाच्या दाबापेक्षां १० पौंडांनीं जास्त आहे, आणि ह्याचप्रमाणें पुढें २८१ उष्णतेवर ५० पौंडांचा ३२८ अंशांच्या उष्णतेवर तिचा दाव

१०० पौंडांचा असतो. शेवटी इतकेंच सांगणें आहे कीं, जसें उष्णमान वाढत जाईल तसा दाबही वाढत जाईल.

वाफेंत पाणी असतें तेव्हां तीस मिश्र वाफ असें झणतात, आणि तीत जेव्हां तें नसतें त्या वेळेस तिला शुष्क (अथवा तप्त) वाफ असें झणतात.

प्र० ३७-वाफेचा दाब कसा मापतात ?

उ०-हा वातावरणाच्या दावाप्रमाणेच दरएक चौ-
रस इंचावर मापतात. हा दाब मापण्याचा प्रकार असा आहे कीं, (आ. ९ पाहा) ह्या आकृतीच्या रचनेंत अ हा तुंबा होय, ह्यांत ब दट्या खेळतो, ह्या दट्याचें क्षेत्र-
फळ १ चौरस इंच आहे, ह्या दट्याखालीं आतां वाफ सोडली तर ती पंधरा पौंडांचा दाब देईल, झणजे तिचा दाब वातावरणाच्या दावाइतका असेल. पुढे वाफेचा दाब वाढवून तिणें १५ पौंडांचे वजन उचलेंल झणजे तिचा दाब (१ चौरस इंचास) ३० पौंडांचा असेल, प्रचारांत वाफेचा दाब वातावरणाच्या दाबापेक्षां जास्त ठेविला पाहिजे, तेव्हां आपलें कार्य होतें. ही गोष्ट प्रयोग-
द्वारा सिद्ध करून घेणें असल्यास ८ व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें एक तुंबा घेऊन ३० पौंड शिकस्त दाबाची वाफ दट्याखालीं सोडली तर, ती फक्त १५ पौंडांचें वजन उठवील. ह्यावरून स्पष्ट दिसून येतें कीं, प्रथमतः तीसवातावरणीय दाबाबरोबर सामना करून नंतर तिची शक्ति दृष्टीसत्तीस येईल. तेव्हां वरील उदाहरणांत जरी ३० पौंडांच्या शिकस्त दाबाची वाफ सोडली आहे तरी तिच्यानें ३० पौंडांचें वजन उठवेल जाणार

नाही हें विहितच आहे. सारांश की, तिच्यांतील १५ पौंडांची शक्ति वातावरणाच्या दाबाची बरोबरी करण्यांत खर्च होऊन बाकी राहिलेल्या १५ पौंडांच्या दाबानें ती १५ पौंडांचें वजन उचललील. आकृतींत हा प्रयोग स्पष्ट करून दाखविला आहे. वाफयेनामध्ये वाफेच्या दाबाचें माप वातावरणाच्या दाबानंतर धरतात, ह्मणजे ८ व्या आकृतींतील ब दट्याखाली वाफ सोडून तिणें १५ पौंडांचें वजन उठविलें तर तिचा दाब एक चौरस इंचास १५ पौंडांचा आहे असें आपण समजावें. तिणें ५० पौंडांचें वजन उठविलें तर, तिचा दाब ५० पौंडांचा (दर चौरस इंचास) आहे असें समजावें, व ह्याप्रमाणें पुढेंही ह्यांत वातावरणाचा दाब हिशोबांत घेत नाहींत, आणि हा दाब मापण्याचीं जीं यंत्रं केलीं आहेत त्यांतही वातावरणाचा (१५ पौंडांचा) दाब गाठला आहे, ह्मणून पुढे दाबाचीं मापें वगैरे सांगतवेळीं शिकस्त दाबाच्या ऐवजीं अवश्य दाब ह्या संज्ञेचा उपयोग केला आहे.

प्र० ३८-वाफेचें प्रसरण ह्मणजे काय ?

उ०-प्रत्येक वायुरूपी पदार्थांतील कणांच्या दरम्यान प्रतिसारक धर्म असतो ह्मणून कोणताही वायुरूपी पदार्थ (प्रमाणानें) लहान असला तरी तो भांड्यांत टाकल्याबरोबर भांडें भरून टाकतो, आणि हाच धर्म वाफेच्या अंगी आहे, ह्मणून तीस भांड्यांत घातलें ह्मणजे ती तें भांडें भरून टाकते, त्यामुळे भांड्याच्या सर्व वाजूंवर तिचा दाब पडतो. ह्या प्रसरणशक्तीस, वाफेचा दाब असें ह्मणतात. ह्यास उदाहरण-८ व्या

आकृतीतील अ तुंबा ३० पौंडांच्या दावानें अर्धा भरला आणि वाफेचा ओघ क तोटी फिरवून बंद केला तर आंत भरलेली वाफ दट्यास वर चढतील. मात्र तिची शक्ति दुसरी कांहीं कारणें आहेत त्यांपासून कमी होत जाईल. तीं कारणें पुढें सांगूं.

प्र० ३९—वाफेचें माप झणजे काय ?

उ०—वाफेचें माप झणजे ती जितकी जागा व्यापून राहते तें.

प्र० ४०—वाफेचे मापांत आणि दावांत काय भेद आहे ?

उ०—जर उष्णता जितकीच असेल तर, त्या दोघां-
तील प्रमाण व्यस्त असेल. झणजे जों जों एक वाढत जातें तों तों दुसरें कमी होत जातें. ९ व्या आकृती-
तील तुंब्यांत १ चौरस इंचास ३० पौंडांच्या दावाची वाफ सोडली आणि पुढें क मळसूत्रानें तिचा पुरवठा बंद केला आणि दट्या लोटण्याकरितां तीस दुपट प-
सळ दिलें तर, वाफेचा दाब फक्त १५ पौंडांचा असेल, आणि तीस तिण्ट पसळ दिली तर बाहीपेक्षां कमी (झणजे १० पौंड अथवा $\frac{1}{2}$) होईल. हिशोब कर-
तांना अवश्य दाब न निघतां शिकस्त दाब मात्र यथेतर रीतीनें निघतो. अवश्य दाब काढणें झाल्यास शिकस्त दाब धरून हिशोब करावा, आणि त्यांत वातावरणाचा दाब वजा करावा. बाकी राहिल तो अवश्य दाब असेल. वर सांगितल्याप्रमाणें वाफ पसरल्यानंतर जर दट्या पुनः खाली घेवून वाफेस पूर्वाठिकाणीं आणूं झटलें तर,

ती खाली होण्यास तीस पौडांच्या वजनाचे दडपण ठे-
वावे लागेल. मात्र उष्णतेचा न्हास न व्हावा.

प्र० ४१-दिलेल्या दणक्यावरून कोणत्याही
दिलेल्या (वाफ प्रसरल्यानंतर) कटाफे विंदूवर
शिकस्त दाब कसा ठरवितात ?

उ०-दणक्याच्या भारमाप्या विंदूपासून कटाफ
विंदूपर्यंतच्या अंतराने, तुंब्यांतील दर चौरस इंचा-
च्या शिकस्त दाबास (वाफ प्रसरित झाल्यानंतर)
गुणून त्या गुणाकारास दणक्याच्या एकंदर लांबीने भा-
गवें, झणजे भागाकार नक्की दाब असेल. उदाहरणार्थ,—
आपणापाशी एक तुंबा आहे की, ज्याच्या दट्याचा दण-
का २४ इंचांचा, आणि वाफेचा दाब ९० पौडांचा आहे
असे ग्रहण करून जर, ८ इंचांवर वाफ कटाफ करूं
गेल्यास रीतीप्रमाणे.—

$$\frac{९० \times ८}{२४} = ३० \text{ पौडांचा दाब कटाफ विंदूवर}$$

असेल.

आतां जर आपण १०।१२ आणि १२ इंचांवर
वाफ कटाफ करित गेलों तर अनुक्रमे ३७ $\frac{१}{२}$; ५० आ-
णि ५६ $\frac{१}{२}$ इतका शिकस्त दाब असत जाईल. आतां झां-

१. तुंब्यात दट्या जितक्या अंतरात सेळतो त्या अंतरास
दट्याचा दणका असें झणतात. आसाच्या मध्यापासून पाकच्या
मुंठीच्या मध्यापर्यंत जितकें अंतर असतें त्या अंतराच्या दुप्पट
दट्याचा दणका असतो.

२. कटाफ झणजे तोडणे. हा इंग्ली शब्द एच्याच्या सेळांत
फार प्रसिद्ध आहे झणून तोच येथें लावला आहे.

त वातावरणाचा दाब बजा करून काबी राहिल तो अवश्य दाब असेल.

प्र० ४२-वाफेचें आणि ती ज्या पाण्यापामून उत्पन्न होते तें पाणी ह्यांत काय प्रमाण आहे !

उ०-वातावरणाच्या (१५ पौंडांच्या) दाबावर पाणी हें आपल्या प्रत्येक घन इंचास १६१० घन इंचांची वाफ तयार करतें. ३० पौंडांच्या शिकस्त (झणजे दुप्पट) दाबावर तें, ८८८ घन इंचांची वाफ तयार करतें, आणि ६० पौंडांच्या शिकस्त दाबावर तें, ४३७ घन इंचांची वाफ तयार करतें असा नियम आहे. सारांश की, जितका वातावरणाचा दाब अधिक तितकी वाफ कमी उत्पन्न होत जाईल.

प्र० ४३-हें व्यस्त प्रमाण सांगितलें तें खरें आहे, परंतु ह्यांत तफावत पडते ती काय झणून !

उ०-ह्याचें कारण असे आहे कीं, ज्याप्रमाणें दाब वाढत जातो त्याप्रमाणें कटाचा बिंदूही वाढत जातो. ह्या मुळे भक्षा उंच दाबावर उत्पन्न झालेल्या वाफेचें उष्णमानही जास्त असतें. पूर्वी वायुरूपी पदार्थ उष्णतेनें प्रसरण पावतात झणून सांगितलें आहे, त्या धर्मावरून व्यस्त प्रमाणापेक्षां दाब कांहींसा मोठा असतो.

प्र० ४४-वाफेचें घनीभवन झणजे काय !

उ०-वाफेचें घनीभवन झणजे वाफेस थंड करून तिचें पाणी करणें; अथवा तिच्यांतली उष्णता काढून घेणें. वर सांगितलें आहे कीं, सांगितलेल्या दाबाची वाफ तयार करण्यास पाण्याचें उष्णमान नियमित बिंदूपर्यंत वाढवायें लागतें, आणि आतां तीच क्रिया उलट केली

झणजे वाफेचें घनीभवन होतें, जों जों वाफेंतील उष्णता कमी करीत जावें तों तों तिचें पाणी होऊन अखेर बर्फ बनतें, आणि त्याचा दाब जितकी उष्णता काढली असेल त्या मानानें कमी अगर जास्त होतो. वातावरणीय दाबाखालीं २१२ अंशाखालीं उष्णमान उतरल्यास एकंदर वाफ धंड होते. सांश की, जितका उष्णतेचा हास होईल तितकी वाफेची शक्ति कमी होईल.

भाग ४.

काम, धमक आणि उष्णतेचीं यांत्रिक सम-
मूल्ये ह्यांविषयी.

On Work, Energy and the Mechanical
equivalent of Heat.

प्र० ४५—वाफयंत्रें कोणत्या कामास लावतात?

उ०—वाफेचीं यंत्रें गति उत्पन्न करण्यास लावतात. तीं गति देऊं लागलीं झणजे त्यांस जो विरोध आणतात त्यास काम असें झणतात. जसें,—मालाच्या डब्यांतून व-
खारित धान्य चढविण्याकरितां जें यंत्र आपण योजतो त्याणें यारीस गति दिली पाहिजे; ती गति धान्याच्या व-
जनानें कमी होईल. जर त्यास लांकूड कापण्यास लाव-
लें तर, त्याणें करवतीस गति दिली पाहिजे. ती गति लांकडाच्या तंतूनीं कमी होते. आणि त्यास गाढ्यांची भाळ भोडण्यास लावलें तर त्याणें त्या माळेस गति दिली पाहिजे; ती गति हवें, चाकाच्या आणि आंखाच्या पर-

स्पर घर्षणानें आणि रुळावरून चालण्यानें कमी होते. गति उत्पन्न होत असतां तीस वर सांगितल्याप्रमाणें विरोध आणिले झणजे तें यंत्र काम करीत आहे असें झणतात.

प्र० ४६—हें काम मापतां घेणें काय ?

उ०—होय; परंतु कोणतीही वस्तु झणजे लांकूड, रस्ता व वेळ हीं मोजण्याकरितां जशीं अनुक्रमें तसूं, कोस आणि घटका हीं मापें धरलीं आहेत, त्याचप्रमाणें वाफेचें काम मोजण्याकरतां विलायतेंत एक केले आहेत, तो एक १ पौंड वजन १ फूट वर उचलण्याच्या शक्ती-इतका असतो. जर १ पौंड वजन दोन फुटींवर उचललें तर, दोन फूट पौंड झाले असें झणतात. १ पौंड वजन ३ फुटींवर चढविल्यास ३ फूट पौंड झाले असें झणतात, आणि ह्याच प्रमाणें पुढेही झालेल्या कामाचें माप काढण्याकरितां जितकी गति उत्पन्न झाली असेल तीस फुटीचे ठिकाणीं आणि त्या फुटीस जितका विरोध दिला असेल त्यास पौंडांच्या ठिकाणीं घेऊन दोहोंचा गुणाकार करावा. गुणाकार येईल तितक्या फूट पौंडांचें काम झालें असें समजावें.

प्र० ४७—पार्सल ड्रायविंग यंत्रानें १२०० पौंडांचें वजन २४ फुटींवर उचललें तर, त्याचें किती फूट पौंडांचें काम होईल ?

उ०— $१२०० \times २४ = २८,८००$ फूट पौंडांचें काम होईल.

१. पार्सल ड्रायविंग झगून एक वाफयंत्र आहे, तें जमिनीत लाकडे रोवण्याकडे लावतात.

प्र० ४८—हैं वजन पार्ल डायविंग यंत्रानें वर उचल्यानंतर, तें वजन उचलण्याकारितां जो जोर ला-
गतो, तो जितक्याचा तितकाच राहतो किंवा क-
मी होतो ?

उ०—तो कमी होत नाही; कारण की, ह्या वजनास त्या जोराइतकें काम करण्याची शक्ति जात्याच असते. ही शक्ति तें खालीं पडण्याच्या वेगापासून उत्पन्न होते. वजन खालीं पडत असतां त्याच्या वेगापासून जी उपयुक्त शक्ति मिळते तीस धमक असें झणतात. यंत्राच्या माध्यापर्यंत जाऊन तेथें थांबल्यानंतर त्यास गति उत्पन्न करण्याची जशी शक्ति असते तशी, तें जमिनीवर पडून राहतें त्या वेळेस ती नसते. कारण टांगून ठेवलेल्या वजनास गति असणें जरूर आहे. झणून ह्या गतीस भावी गति असें झणतात. कारण की, वजन खालीं पडूं दिलें तर, जो जो तें खालीं येत जातें तो तो त्याचा वेग दृष्टोत्पत्तीस येतो, आणि त्याची पहिली भाविक शक्ति जाऊन त्यास वास्तविक धमक येते.

प्र० ४९—गाडीचा भांस फिरत असतां कडत होतो, गतिरोधक थांबविले झणजे त्यांचे ठोकळे कडत होतात- धातूचा तुकडा हत्यारानें कापित असतां हत्यार कडत होतें आणि घणानें ठोकित असतां धातु कडत होते ह्याचें कारण काय ?

१. गतिरोधक हें नांव आगगाडीस ज्या त्रेकाच्या गाड्या भांसें पुढें जोडीत असतात त्यास दिलें आहे; कारण त्या गाड्यांत गतिरोधक यंत्र ठेविलें असतें.

उ०-गतीची जी वास्तविक धमक पूर्वी सांगितली आहे तिचें रूपांतर उष्णतेत होऊन त्यामुळे वर सांगितलेले पदार्थ कढत होतात. अनेक विद्वानांनी असाच सिद्धांत करून ठेविला आहे.

प्र० ५०-धमकीची उष्णता आणि उष्णतेची धमक करितां येईल काय ?

उ०-होय; ही एकमेकांत रूपांतर पावतात.

प्र० ५१-एक फूट पोंडाचें काम करण्यास किती उष्णता लागते हें कळलें आहे काय ?

उ०-होय; फार सूक्ष्म अनुभवावरून असें ठरलें आहे की, एक पोंड वजनाचें द्रव पाणी फाहेन्हेत यर्मा-मेटराच्या एका अंशावर चढविण्यास जितकी उष्णता लागते ती ७७२ फूट पोंडांच्या कामाबरोबर असते. हें साममूल्य काल्पानिक आहे, प्रचारांत उष्णतेचा व्हास होतो झणून त्या ठिकाणी हें माप बरोबर राहत माहीं.

प्र० ५२-आतां उष्णतेचें रूपांतर कामांत आणि कामाचें उष्णतेत होतें तर वाफेची उष्णता मुंध्यांत घालून तिचें तेथें रूपांतर कामांत आणि कामाचें उष्णतेत होईल किंवा नाहीं ?

उ०-होय; हें अनुभवून पाहणें असल्यास एक तुंबा व्यावा आणि झा प्रयोगाची क्रिया ररष्ट करून पाहण्याकरितां त्याच्या व दट्याखाली मिश्र वाफ सोडून (ल. १०० पोंडांच्या दावानें) त्यांस अर्धा मरावा, आणि तो निर्वातरुध्दी आहे अशी कल्पना करावी. आतां त्या वाफेस दुप्पट पसरूं दिली आणि पुनः तोच प्रयोग त्या

एका चौरस ईचाच्या दड्यावर एकास पोंग्यांचें वजन ठेवून केला तर, पूर्वीच्या प्रयोगापेक्षां छांत बाहेची उष्णता कमी होईल; परंतु असा कांहीं प्रकार पाहिल्या प्रयोगांत नसेल कीं, ज्यांत ती कांहीं एक काम न करितां पसरली होती. झालून असें दिसून येतें कीं, उष्णतेचा कांहीं भाग तीस कामास लावल्यानें कमी होतो, अथवा तिचें रूपांतर कामांत होतें. बाफ पसरून तिनें वजन उचलल्यानंतर जर दड्या दाबून पूर्वठिकाणीं नेली तर, तिचें उष्णमान पूर्वी इतकें असेल; कारण कीं ज्यावेळीं तीस खालीं दडपण्याचा प्रयोग केला त्या वेळीं तिजकडून काम मिळून, त्या कामाचें रूपांतर उष्णतेत झालें. हवा दावण्याचीं जीं यंत्रें असतात त्यांत हे वरील चमत्कार दिसून येतात. झणजे तीं जेव्हां हवा चेपू लागतात तेव्हां त्यांचें उष्णमान इतकें वाढतें कीं, त्या यंत्राच्या तुंब्यासभोंवतीं थंड पाणी राखावें लागतं.

प्र० ५३-वाष्पीभवनाची अनुद्भूत उष्णता झणजे काय ?

उ०-अनुद्भूत उष्णता झणजे घनपदार्थाचा पातळ पदार्थ अथवा पातळ पदार्थाचा वायुरूप होत असतां पुष्कळ उष्णता गुप्त होते, ती त्या त्या पदार्थाच्या अवस्था बदलण्याच्या कामांत खर्च होते व ती समजुतीस येत नाही, झणून तीस अनुद्भूत उष्णता ही संज्ञा दिली आहे. ही उष्णता कशी गुप्त होत असतेहें पहाणें असल्यास, ३२ अंशापेक्षां कमी उष्णता ज्याची आहे असा एक बर्फाचा तुकडा घेऊन तो दिव्यावर धरला तर त्या बर्फांत उष्णता अधिक अधिक होत जाईल, आणि ती वाढतां

वाढतां ३२ अंशांवर आली ह्मणजे बर्फ वितळूं लागेल; परंतु सगळें बर्फ वितळे तों पर्यंत ती ३२ अंशांपेक्षा जास्त होणार नाही. असें जरी आहे तरी नवी उष्णता बर्फांत येत नाही असें समजू नये. कारण की, सर्व बर्फ वितळून जाई तों पावेतों त्यास दिव्यावर धरावे लागतें. ह्मणून त्यांत क्षणोक्षणी उष्णता भरत असते हें सिद्ध आहे. मात्र ती उष्णतामापक यंत्रांत समजत नाही; ह्याचें कारण असें की, ती बर्फाशीं रसायनरीत्या संयोग पावलेली असल्यामुळे यंत्रातील पारा फुगत नाही. ह्या संयोगापासून पाणी हा मिश्र पदार्थ तयार होतो.

उघडी.

Slide-Valve.

प्र० ५४-तुंब्यांत बाष्पाशयांतून वाफ सोडण्याकरितां उघडी केली आहे तरी निजपासून वेळच्या वेळीं वाफ कशी सुटते ?

उ०-हा प्रयोग लेखनद्वारा स्पष्ट करून दाखविण्यास धोड्याशा आकृति काढून दाखवितां. त्या संबंधानें पूर्वी एक गोष्ट लक्षांत वागविली पाहिजे ती ही की, विषमकेंद्रिय चाकें आणि पाऊचा खुंटा, ह्यांची गति एकसारखीच आहे ह्मणून आकृति सोप्या करून दाखविण्याकरितां विषमकेंद्रिय चाकाच्या ऐवजी पाऊ किंचित् लांब करून दाखविल्या आहेत. आकृति ११वी पासून २४ वी पर्यंत ह्या संबंधाच्या आकृति दाखविल्या आहेत. ह्या आकृतींत पुढील प्रमाणें आहेत. ह्मणजे तुंबा १६ इंच

व्यासाचा, दणका, २४ इंचांचा, जोडकाटी १० फुटी-
ची, वाष्पमार्ग १ १/४ इंच, श्वासमार्ग २ १/२ इंच, विषम केंद्रिय
चाकाचा उडाव ३ इंच ह्याप्रमाणें आहेत. ११ व्या
आकृतीत दट्ट्या मागल्या दणक्याच्या आरंभास उभा
आहे, उघडी तिच्या बैठकीच्या मध्यस्थानी आहे, त्यामुळे
विषमकेंद्रिय चाक आपल्या अर्ध्या उडावांत आहे. पाउन
वाणाच्या दिशांत किंचित फिरल्या आहेत. झणून पुढील
वाष्पमार्ग उघडा पडला आहे. १२ व्या आकृतीत द-
ट्ट्या ४ इंच मार्गे सरकला आहे, तेणेंकरून उघडीनें
वाष्पमार्गास आणि श्वासमार्गास थोडें खुलें करून दिलें
आहे. १३ व्या आकृतीत दट्ट्या ८ इंच मार्गे सरकला
आहे आणि तेणेंकरून मार्ग खुले पडले आहेत. १४
व्या आकृतीत दट्ट्या आपल्या दणक्याच्या अर्ध्यावर
(झणजे बारा इंचांवर) आला आहे. १५ व्या आकृतीत
दट्ट्या १६ इंचांवर आहे आणि आतां उघडी परतण्या-
च्या बैतांत आहे. १६ व्या आकृतीत २० इंचांवर द-
ट्ट्या आला आहे ह्यामुळे उघडीनें पुढला वाष्पमार्ग आ-
णि श्वासमार्ग बरेच बंद करून टाकले आहेत. १७ व्या
आकृतीत दट्ट्याचा दणका पुरा होउन उघडीनें दोन्ही
मार्ग अर्गी बंद करून टाकले आहेत. १८, १९,
२०, २१, २२, २३, आणि २४ ह्या आकृतीत दट्ट्या
आणि उघडी हीं परत दणक्यांत जातांना दाखविली आहेत,
आणि तो दणका पुरा होई तोपर्यंत वरील प्रकाराच्या
उलट प्रकार ह्यांत घेडल.

प्र०५१-भागगाडीत मुख्य मुख्य भाग कोणते-
आहेत ?

उ०-भागगाडींत बाफ तयार करण्याकरितां एक तापक असतो त्यास गाडीवर बसवून त्या गाडीचीं चाकें रुळांवर चालवितात, आणि हा चाकें चालविण्याकरितां एक तुंब्याची जोडी लावतात.

प्र०-५६ तुंबे यंत्र कसे चालवूं शकतात ?

उ०-त्याचा संबंध चाकावरोंवर ठेविलेला असतो झणून चाकें चक्रवत् फिरतात.

प्र० ५७-चाकें चक्रवत् फिरलीं तर काय होईल ?

उ०-तीं एक तर रुळांवर जागचे जागीं वाटोळीं फिरतील अथवा ज्या दिशेनें तीं फिरत असतील त्या दिशेप्रमाणे भागगाडी मार्गे अथवा पुढें चालेल.

प्र० ५८-चाकें रुळांवर जागचे जागीं वाटोळीं फिरतील किंवा भागगाडी मार्गे अथवा पुढें चालेल ह्याचा अर्थ काय ?

उ०-ह्याचा अर्थ असा आहे की, चाकावर पाहिजे तितका भार नसल्यास तीं जागच्या जागीं फिरतील, आणि त्यावर पुरेसा भार असल्यास यंत्र मार्गे अथवा पुढें चालेल. (भार आणि मोठे ह्या भागांत ह्याजवरलचे वर्णन विस्तारें करून दिलें आहे तें पहा.)

प्र० ५९-भागगाडीस दोन तुंबे लावण्यानें कारण काय ?

उ०-एक तुंबा लावल्यास त्याची पाठ मृतबिंदूवर आली झणजे यंत्र चालण्यास कठीण पडतें.

प्र० ६०-दोन तुंबे लावल्यानें ही भडचण कशी दूर होते ?

३०-एका आंसाच्या दोन शेवटांस वर आणि खाली पाऊ लावल्याने ही अडचण दूर होते, जेव्हा एक मृतविंदूवर असते तेव्हा दुसरी बाकेच्या पूर्ण शक्ती खाली असते. मृतविंदूवरून जर एक पाऊ निघून जावी तर दुसऱ्या तुंब्याची गरज लागत नाही. ह्या अडचणी-स्तव दोन तुंबे लावणे भाग पडते. ज्या आंसास पाऊ लावतात त्या आंसास कामकरी चाकें असं झणतात, आणि त्यांच्या आंसास कामकरी आंस असं झणतात. पाऊ आंसास बाहेरच्या बाजूने लावतात. पूर्वी पाऊ आंतल्या बाजूने लावीत असत.

प्र० ६१-कामकरी, चाकें आणि तुंबे हे कसे बसविले आहेत !

३०-आकृति अ, ब, आणि क आंत आंची ठेवण दाखविली आहे, त्यांत अ हे तुंबे होत. हे यंत्राच्या पुढल्या शेवटास बसविले आहेत ब हा मुख्य कामकरी आंस तुंब्यापासून बऱ्याच अंतरावर मागे राखला आहे, ह्या आंसाच्या पाऊच्या खेटीत क जोडकाठी बसवून तुंबा आणि पाऊ आंचा संबंध राखला आहे.

प्र० ६२-भागगाडी मागे अथवा पुढे कशी चालते !

३०-यंत्र मागे पुढे होण्याकरितां दरएक तुंब्यास दोन दोन विषम केंद्रिय चाकें लावलेली असतात, त्यांतून एक एक विषमकेंद्रिय चाकें भागगाडीस पुढे नेतं, आणि दुसरीं दोन मागे आणतात. विषमकेंद्रिय चाकांच्या भुजा सांगडीस खिळवून टाकल्या आहेत, आणि त्या सांगडी वर खाली करून भागगाडीस पुढे मागे चा-

लवितात. ह्या सांगडी वर खाली करण्याकरिता त्यांच्या टिकाणापासून ती गाडीवानाच्या बसण्याच्या टिकाणापर्यंत एक लांबचे लांब दांडा लावतात. हा दांडा दुसऱ्या एका भुजेने पुढे अगर मागे लोटला ह्मणजे सांगडी वर भयवा खाली होतात. ह्या भागास रहाट्या असें ह्मणतात. हा चालविण्याची रीति दुसऱ्या एका भागांत लिहिली आहे. आरुति व आणि क ह्यांत ऊ, ऊ ह्या अक्षरांनी रहाट्या दाखविली आहे.

प्र० ६३-भागगाडीचा तापक व भट्टी हे भाग कसे बसविलेले आहेत.

उ०-(आरुति व पाहा) आत ज ही मष्टी होय, हिच्या सभोवती पाणी भरलेलें असतें. ए, ए हा पोकळ नगरा, मष्टी आणि धुराडें ह्यांच्या दरम्यान वसविला आहे. अं अं ह्या नळ्या मष्टी आणि धुराडें ह्यांचा संबंध (नगराच्या पोकळीतून जाऊन) राखतात. ह्या नळ्यांच्या सभोवती पाणी असतें. र र ही धूर बाहेर घालविण्याकरितां चिमणी (बंब) होय. हीस धूम्रमार्ग असें म्हणतात.

प्र० ६४-हे भाग कशासाठी केले आहेत ?

उ०-ज, भट्टी सर्पण जाल्ण्याकरिता आहे. तीस आंतील आणि वाहेरील अशी दोन कवचे आहेत. ह्या दोन कवचांच्या दरम्यान पाणी साठविलेलं असतं.

(आरुति व पाहा) होत बं बं ही गजांची जाळी आहे, त्या गजांच्या भंतरांतून हवा येते ती दहनास मदत करते. क हे भट्टीचे दार होय, त्यांतून सर्पण टाकले झणजे ते गजाच्या जाळीवर पडते. बं बं हं रखा-

कुठ आहे. गजांच्या जाळीतून राख पडावी झणून त्यास भट्टीखाली बसविले आहे. न न, हे रक्षाकुंडास लहान दरवाजे केले आहेत ज्यांच्या साह्याने हवा विस्तवांतून काढता अगर घेता येते.

प प ह्या भागाच्या नगाऱ्यांत पाणी भरलेले असते. हा, व भट्टीवरील कवच्यांच्या मधील पोकळ जागा ही एकच आहे आणि ह्या सर्व भागास तापक असं झणतात. ह्या नगाऱ्यांतून सुमारे शंभर पातून दोनशे धूमनलिका असतात. ह्या नळ्या सुमारे अकरा फुटी लांब असतात आणि त्यांचा व्यास दोन इंचांचा असतो. मात्र ती दोन इंचांपेक्षा कमी नसावा, नाहीपेक्षा अर्धफट जडलेल्या कोळशाचे तुकडे भडकून बंद त्यापडतील. ह्या नळ्या भट्टीतला धूर बाहेर नेतात, तेथेकरून दहन चांगले होतें. ह्या नळ्या लहान व्यासाच्या असल्या कारणाने भट्टीतून जाणाऱ्या धुराचे अनेक ओघ होतात, त्यामुळे नळ्यांच्या आजूबाजूवरील पाणी तरित कडत होतें. ह्या नळ्यांच्या ऐवजी एकच मोठा नळ बसविला असता तर पाणी लौकर तापतेंना, परंतु अनेक नळ्या केल्याने तप्तपृष्ठभाग वाढतो झणून पाणी लौकर तापतें.

चिमणीकडूनही मदत मिळते की, ती धूमनलिकांतील धूर बाहेर घालवून हवेस दहनाच्या कार्या लावते. दुसरी मदत ही की, तींत एक जें तारांचें जाळें बसवितात त्यांत भट्टीतून येणारे निखारे भडकून कोळपतात आणि त्यांची राख होऊन ती जाळ्याच्या छिद्रांतून बाहेर पडते.

१. तप्तपृष्ठभाग झणजे जो सर्व भाग विस्तवाकडे असतो तो.

प्र० ६५-भट्टीतील विस्तव कसा पेटवितात ?

—उ०—भट्टीतील विस्तव बाफेच्याच साद्याने पेटवितात; जेव्हा बाफ तुळ्यांतून श्वासमार्गाने चिमणी-बाटे हवेत जाते त्या वेळेस ती भट्टीतील विस्तव धूमनलिकांतून आपणाकडे ओढते (पंचविसाव्या आकृतीत हा श्वासमार्ग e e ह्या अक्षरांनी दाखविला आहे) ह्या श्वासमार्गाचा रस्ता चिमणींतूनच असतो यामुळे तेथून बाफ जाऊ लागली क्षणजे तिच्या मागचा प्रदेश निर्वात होतो तेथेकरून भट्टीतील विस्तवांत मोठा भडका उठतो.

प्र० ६६-पाणी आणि सर्पण ह्यांचा सांठा आगगाडीकरीबर कसा राखितात ?

उ०—इंग्रजी यू चे आकाराचे एक टांकें तयार करून त्यास एका निराळ्याच गाडीवर बसवून ती गाडी यंत्राच्या मार्गे अखंड जोडून ठेवितात. ह्या टांक्याच्या मध्यमार्गी सर्पण सांठवितात. ह्या टांक्यांतून तापकांत एक दोन यंत्रांच्या साद्याने पाणी चढवितात. २६ व्या आकृतीत यंत्र पाणी घेतांना दाखविले आहे. २७ व्या आकृतीत टांक्याची गाडी दाखविली आहे.

भाग ५.

तापक.

The Locomotive Boiler.

प्र० ६७-भागगाडीचा तापक आणि दुसऱ्या वाफयंत्राचा तापक ह्यांची बाष्पोत्तीची तुलना कशी केली आहे ?

उ०-इतर यंत्रांच्या तापकांपेक्षा भागगाडीच्या तापकानें दिलेल्या वेळांत पुष्कळ वाफ उत्पन्न केली पाहिजे.

प्र० ६८-ही बाष्पोत्तीची शक्ति विशेषेकरून भागगाडीतच कशी वाढविली आहे ?

उ०- ही शक्ति वाढविण्याकरितां भट्टीतील विस्तारवायु मोठ्या जोराचा फुंकर मारितात. तेणेकरून विस्तार चांगला भटकतो इतकेच नाही तर तेथून धूर आणि तप्त हवा हीं धूमनलिकांत जातात. त्या नळ्यासभोंवतीं पाणी भरलेलें असतें त्यामुळे नळ्यांतून धूर आणि तप्त हवा जाऊं लागतात त्या वेळेस त्यांचे नळ्यांच्या संख्येप्रमाणें अनेक ओघ होऊन नळ्या आणि त्यांजवरील पाणी हीं वापतात झणून इतर तापकांपेक्षा भागगाडीचा तापक पुष्कळ वाफ उत्पन्न करितो.

प्र० ६९-किती पाण्याचें बाष्पभवन झालें झणजे साधारण वेग राहतो ?

उ०-हें नक्की सांगण्याकरितां एक भागगाडी घेतों. या यंत्राचें वजन ६०,००० पौंड असतें. त्याच्या तुंब्याचा व्यास १६ इंचांचा आणि दटद्याचा दणका २४

इंसांचा असतो. आगगाडी घालत असतां त्यांत ६००० पासून १२००० हजार पर्यंत पोंड वजनाच्या पाण्याची वाफ दर अवरास होते.

प्र० ७०-—व्यवहारांत एक पोंड वजनाच्या कोळशानें किती पाण्याची वाफ तयार होते ?

उ०-—द्याजबद्दलचा कांही नियम सांगतां येत नाही. तो कोळशाच्या व तापकाच्या स्थितीवर अवलंबून असतो. तरी एक पोंड कोळसा १ पासून ८ पोंड पाण्याची वाफ तयार करतो असा अंदाज काढला आहे. द्यासाठीं ५०० शे पासून २००० पोंड (दर अवरास) कोळसा जाळल्यास साधारण बेगापुरतो वाफ तयार होते.

प्र० ७१-—इतका कोळसा जाळण्यास गजाची जाळी किती मोठी असावी ?

उ०-—दर अवरास एक चौरस फुटावर १२५ पोंड वजनाचा कोळसा जळतो असें प्रमाण बसविलें आहे, तेव्हां २००० पोंड वजनाचा कोळसा जाळण्यास पंचवीस चौरस फुटी जाळी असावी.

प्र० ७२-—कोणत्याही सांगितलेल्या जाळीस किती तप्तांग असावे ?

उ०-—दर एक चौरस फुटास ५० चौरस फुटीचें तप्त अंग असावे.

प्र० ७३-—आगगाडीची भट्टी कशी केली आहे ?

उ०-—हें समजून घेण्याकरितां (आकृति २५ आणि २८ पाहा.) द्यांत G ही तीन फुटी रुंदीची चौकोनी भट्टी आहे, परंतु ही रुंदी रस्त्याच्या सांचाप्रमाणें कमी

अगर जास्त असते. वर सांगितलेली मधीची रुंदी चार फुटी साडेमाठ इंच रुंदीच्या रस्त्यावर चालणाऱ्या आगगाडीची आहे. हिची आंतील वाजूंची लांबी साडेपांच फुटी आहे. ही मधी धातूच्या (झणजे लोखंडी, पोलादी अथवा तांब्याच्या पत्र्यांनी) घटित आहे. या पत्र्याची जाडी $\frac{1}{8}$ पासून $\frac{3}{8}$ इंच पर्यंत असते. हे या मधीतील आंतील अंग झाले. बाहेरील अंग (आकृति २९ पाहा) हीं व A B C D E F या अक्षरांनी दाखविले आहे. हे B पासून C D आणि E पर्यंत कमानदार केले आहे. या दोन अंगांच्या दरम्यान २ इंच पासून ४ इंचांची पोकळ जागा ठेविलेली असते तीत पाणी रहाते. आंतील कंवचीच्या बरील वाजूस (I I) या अक्षरांनी दाखविलेल्या पत्र्यास काऊनप्लेट असे झणतात. ही काऊनप्लेट सपाट असल्याकाणाने या दोन पत्र्यांच्या दरम्यान बरीच मोठी पोकळी राहते. आंतील व बाहेरील कंवच्या खिळ्याच्या साद्याने खिळवून टाकल्या आहेत. या पोकळीतील पाणी तापकाच्या दुसऱ्या (झणजे नगान्यातील) पाण्याशी मिळून असते. काऊनप्लेटवर आणि बाहेरील कंवचीवर वाफेचा दाब फार पडतो. कधी कधी हे पत्रे वाफेच्या दाबाने फुटतात. या दोन्ही पत्र्यांस थोडथोड्या (झणजे २ इंच पासून ४ इंचांच्या) अंतरावर खिळे मारून मजबुती आणली आहे. या खिळ्यांस बंद असे झणतात. हे बंद ५८ व्या आकृतीत m n, n, n, या अक्षरांनी दाखविले आहेत. यांचा व्यास $\frac{1}{8}$ पासून एक इंचापर्यंत असतो. तापकाच्या आकुंचनाने किंवा प्रसरणाने एकादे वेळी हे बंद तुटतात. उष्ण.

तेच्या कमजास्त माननें तापक आकुंचित अथवा प्रसरित होतो. हे बंद आंतल्या आंत तुटून राहिल्यास ते सम-
जुतीत येत नाहींत, ह्मणून त्यांस फुंकणीप्रमाणे भारपार
भोक ठेवितात. असें केल्यानें जेव्हां त्यांस अपाय होतो
त्या वेळेपासून त्या मुद्दाम पाडलेल्या मोंकांतून पाणी
उतरूं लागतें. तें भट्टींतल्या आंतल्या अंगास नजरेस
येतें. तापकाच्या दर चौरस इंचावर १०० पोंडांचा वा-
फेचा दाब असल्यास ह्या दरएक बंदावर १६०० पों-
डांचा दाब पडतो, ह्यासाठीं हे बंद घडोव लोखंडाचे
किंवा पितळेचे अथवा दुसऱ्या एकाशा ठिकाळ धातूचे
असावे

प्र०७४-भागगाडीच्या तापकांत पाणी किती
ठेवितात !

उ०-ज्या मागावर विस्तव अगर ज्वाळा लागते त्या
सर्वावर पाणी सतत राखलें पाहिजे. हे भाग उघडे पड-
ल्यास त्यापासून मोठा अनर्थ होतो, ह्मणजे पत्रे फुटतात.
चार पासून ८ इंच पर्यंत काऊनप्लेटीवर पाणी असलें-
च पाहिजे.

प्र०७५-वाण्याच्या पृष्ठभागावर वाफेकरितां
किती पोकळी ठेवावी !

उ०-झाजवडलचा कांहीं नियम नाहीं, परंतु जित-
की जास्त असेल तितकी चांगली. D पासून C पर्यंत
काऊनप्लेटीवर जो घुमट आहे तोही पोकळच आहे.

प्र०७६-वाफेचे घुमट ह्मणजे काय आणि ते
कशासाठीं केले आहेत !

उ०-१० व्या आकृतीत हे घुमट X ह्या अक्षराने

दाखिलें आहे. ह्याचा उद्देश असा आहे की, वाफेस पोकळ जागा रहावी झणजे वाफ कोरडी रहाते.

वाफ भिजू नये झणून एका ग्राहक नळीचें तोंड पाण्याच्या पृष्ठभागावर वर सांगितलेल्या घुमटांत बऱ्याच उंचीवर बांकवून उंच केलें आहे. ओल्या वाफेपेक्षां शुष्क वाफ अधिक दितावह आहे झणून ह्या घुमटाची आवश्यकता असते. वाफेबरोबर पाणी तुंब्यांत गेल्यास त्या पासून तुंब्याची तोंडे फुटतात अथवा दट्या फुटतो. कारण की श्वासमागीलून पाणी बाहेर पडण्यास दट्याचा दणका पुरा होईपर्यंत वेळ नसतो.

प्र० ७७—हें घुमट कोठें बसवितात ?

उ०—अमेरिकेंत ते बहुतकरून भट्टीवरच बसवितात. आणि युरोपांत ते तापकाच्या मध्यावर किंवा चिमणीज-बळ बसवितात.

प्र० ७८—ह्या घुमटांनून तुंब्यांत वाफ नेतात. ती कशी ?

उ०—आकृति ३० पाहा. ह्या आकृतींत *m m*, ही नळी घुमटाच्या शिखरापासून धूमनलिकांच्या पुढल्या भागापर्यंत जाऊन पोहोचते. ह्या नळीस शुष्कनळी असें झणतात. ह्या नळीच्या पुढल्या शेवटाकडे दुसऱ्या दोन नळ्या फुटतात त्या बाष्पाशयापर्यंत पोहोचतात. त्यांस बाष्पनलिका असें झणतात. घुमटांतील शुष्कनळीच्या उभ्या मार्गास कधी कधी कठनळ असें झणातत.

भाग ६.

तापकाची जुळणी.

The Boiler Attachment.

प्र० ७९-तापकाच्या पाण्याची वाफ होऊन गेल्यानंतर त्या ठिकाणी दुसऱ्या पाण्याचा पुरवठा कसा करितात ?

उ०-हा पुरवठा बहुत करून वाफेच्या साठ्यानेच जोरानेच नांवाच्या यंत्राकडून करितात. आलीकडे दुसरे एक इंजेक्टर झणून पिचकारीसारखे यंत्र बनाविले आहे त्याचा उपयोग करितात.

प्र० ८०-जोरनळाची रचना कशी आहे व तो चालविण्याचे मुख्य धोरण काय आहे ?

उ०-(आकृति ३० पाहा.) ह्या आकृतीत जोरनळाची रचना दाखविली आहे. तीत A A हा एक बिंद्याचा नळ आहे, त्यांत B B दट्या खेळतो. ह्या दट्यास यंत्राच्या दट्याच्या दाट्याकडून सीधी गत मिळते. कधीकधी एक लहानशी पाऊ मोठ्या पाऊच्या खुंटीत घालून तिजकडून हा दट्या चालवितात, आणि कधीकधी कामकरी ओसास निराळे एक विषम-केंद्रिय चाक लावूनही हा दट्या खेळवितात.

वर सांगितलेल्या A A नळाचे एक तांड D ह्या प्यासनळाच्या साठ्याने पाण्याच्या टांक्यास आणि E F ह्या पोसनळीच्या साठ्याने, तापकास जोडलेले असते. D ह्या प्यासनळावरची एक F अक्षराने दाखविलेला पट्टा

असतो. त्यास व्यासद्वार अशी संज्ञा देतात. हे द्वार पाण्यास वर जाऊं देण्याकरितां वाट देतें; परंतु वरील पाणी खालीं येऊं लागल्यास तें बंद पडतें. पोसनळीच्या खालीं दुसरा एक G असल्यानें दाखविलेला पडदा असतो त्यास दाबद्वार असें म्हणतात. हीं द्वारे नळांत जलनिरोधक बसतात. जेव्हां दट्या A A ह्या नळांतून बाहेर निघतो त्यावेळेस त्याचा मागचा प्रदेश निर्वात होतो, त्यावेळीं G द्वारावरील हवेच्या दाबानें तें बंद पडतें. इतक्यांत टांकांतल्या पाण्यावरील हवेच्या दाबानें तें पाणी व्यासनळांतून वर येऊन F दार उघडत आणि A A नळ भरतो. आतां हेंच पाणी, जेव्हां दट्या जोरानें मागे हटतो त्या सरसें F दार बंद होत, आणि वरच्या बाजूचे G दार उघडतें त्या वेळेस पोसनळीवाटे पाणी तापकांत शिरतें. आतां तापकांत गेलेलें पाणी परत न पावें म्हणून दुसरा एक H पडदा पोसनळी आणि तापक ह्यांच्या दरम्यान बसविलेला असतो त्यास चेकद्वार असें म्हणतात. त्याच प्रमाणें G ह्या दाब द्वाराच्यावरल्या बाजूस एक हवा-द्वार असतें हे J असल्यानें दाखविलें आहे. ह्या द्वारांत D C ह्या झूऱ्यांच्या ओळीच्या वर हवा रहाते व ती मृदु असल्याकारणानें पाण्याचा दाब तिजवर पडून ती फुगते, तेणेंकरून तिजवर पाणी तक्र्याप्रमाणें टेंकून रहातें. पाणी अशा पीतीनें हवेवर टेंकून राहिल्यास, दट्या खेळत असतां नळास हिसके बसत नाहींत.

प्र०८१-वर सांगितलेली खोरनळांतील द्वारे कशी तपासतात ?

उ०-हीं द्वारे तपासणें झाल्यास ० ० हीं मळसूत्रे

काढावीं झणजे वरचे हवादार निराळें होतें आणि
 F F हीं मळसूत्रें काढल्यानें खालचे हवादार मोकळें
 होतें. असें झाले झणजे K K हे पिंजरे आणि द्वारे मो-
 कळीं होतात. J, J खिळे काढल्यानें चेकदार निराळें
 होतें.

प्र० ८२-जोरनळ तापकांत पाणी चढवीत
 आहे किंवा नाहीं हें कशावरून समजावें ?

उ०-हें समजण्याकरितां एक द्वार आहे त्यास पेट-
 काक असें झणतात. हा पेटकाक ३० व्या आकृतीत III
 ह्या अक्षरानें दाखविला आहे. जर नळ बरोबर काम
 देत असेल तर, दट्याच्या परत येण्याच्या संर्धेत हा
 पेटकाक उघडला तर पाणी मोठ्या सोसाट्यानें बाहेर
 पडतें आणि नळ बरोबर चालत नसल्यास तें सोसा-
 ट्यानें बाहेर पडणार नाहीं.

प्र० ८३-तापकांत पाण्याचा पुरवठा कस-
 कसा करितात ?

उ०-जेव्हां भागगाडी फार काम करीत असते
 झणजे, जेव्हां तीस चढणीवर पुष्कळ उबे ओढून न्यावे
 लागतात, त्या वेळेस पुष्कळ वाफ आणि तेणें करून
 पुष्कळ पाणी खर्च होतें. यासाठीं ज्या पाण्याची वाफ
 बनत असते त्या ठिकाणीं एकसारखें पाणी पुरवावें
 लागतें; असें जरी आहे तरी जीं पाण्याची वाफ झाली
 नाहीं तोंच जास्त पाणी घातलें तर तें बाफेची जागा
 व्यापून टाकील आणि त्यांतला भाग तुंब्यांत जाऊन ते
 फुटवील, आणि जर पाणी थोडें सांडलें तर त्यापासून

तस अंगें दुवदुवीत राहणार नाहींत. ह्यासाठी पाण्याचा पुरवठा नियमित रीतीनें करावा लागतो.

प्र० ८४-हा पुरवठा नियमित रीतीनें कसा करितात ?

उ०-प्यासनळांत एक फीडकाक असतो तो गाडीवान चालवितो तेणें करून पाहिजे तितकें पाणी तापकांत सोडतां येतें.

प्र० ८५-इंजेक्टर ह्याणजे काय ?

उ०-इंजेक्टर म्हणून एक तापकांत पाणी चढविण्याचें यंत्र आहे. ह्यांत तापकांतील बाफेचा लोट घेऊन अडकतो आणि तोच आपल्या दावानें पाण्याचा लोट सतत तापकांत सोडतो.

प्र० ८६-हे व्यापार कसे घडततात ?

उ०-ह्या यंत्राचे मुख्य मुख्य भाग बाजूच्या देखाव्यानें ३१ व्या आकृतींत दाखविले आहेत. तापकांतून अ नळींतून क नळींत बाफ येते, येथें आल्यावर ती ड नळींतून येणाऱ्या पाण्याबरोबर मिळते आणि ह्या पाण्याबरोबर ती ड ह्या जोडनळीमध्यें धंद होते आणि तेथें पाण्याचा लोट तयार होऊन तो फ फ मार्गानें नीट ह ह्या डिलीवरी ट्यूबकडे जातो आणि तेथून थ या चेकदारावाटे तापकांत जाता. ड पासून ह पथत पाणी जात असतां जर पाणी पुष्कळ घातलें असेल तर तें फ फ ह्या उसासांतून ग द्वारावाटे बाहेर रस्त्यांत पडेल आणि पाणी घातलें नाहीं तर बाहेरची हवा ग द्वारावाटे आंत शिरून पाण्याच्या लोटाबरोबर तापकांत जाईल.

दुसरी गोष्ट अशी आहे की, पाण्यापेक्षा वाफेत जोर अधिक असतो, म्हणजे काही दाबावर वाफ सुटली आणि तितक्याच दाबावर पाणी मुटलं तर त्याच वाफेचा जोर पाण्याच्या वेगापेक्षा जास्त असतो. आकृतीत क, नळीतून सुटलेली वाफ जोडनळीमध्ये पोसपाण्याशी (म्हणजे टाक्यांतून येणाऱ्या) मिळते आणि त्यास ती तेथे मोठा वेग देते. ही पाण्याची शक्ति त्याच्या वजनाने येते आणि ते वेगवान होऊन तापकांत चढते. ह्या व्यापाराकडे सूक्ष्मरीतीने लक्ष दिले म्हणजे असे दिसून येईल की, वाफ ही तापकांतून निघतेवेळी वाफेच्या रूपाने निघते आणि पाण्याच्या रूपाने परत तापकांत जाते, ह्यामुळे तिच्यांतली सुमारे हजारपट शक्ति कमी होते.

प्र० ८७-पोसपाणी कढत असल्यास ते इंजेक्टर यंत्र तापकांत चढवू शकेल किंवा नाही ?

उ०-पोसपाणी कढत असल्यास इंजेक्टर यंत्र ते चढवू शकणार नाही; कारण की जितके पाणी कढत असले तितकी वाफ कमी थंड होईल म्हणून त्यास वाफेच्याने लोटवणार नाही. सारांश की पुष्कळ वाफ थंड करण्यास पाणी पुष्कळ थंड असले पाहिजे, आणि थोडी वाफ थंड करण्यास पाणी कमी थंड असल्यास चालते.

प्र० ८८-तापकांतील पाण्याची उंची कशी समजते ?

उ०-तापकांतील पाण्याची उंची समजण्याकरिता गेजकाक आणि गेजग्लास अशीं दोन साधने केली आहेत.

प्र० ८९-गेजकाक म्हणजे काय ?

उ०-आकृति ३२ पहा. ह्या आकृतीत ८, ८, ८, ८, हे चार गेजकाक आहेत. आणि ही आकृति भागगाडी-चा भागचा भाग दाखविते. ३३ व्या आकृतीत हे काक विशेष स्पष्ट करून दाखविले आहेत. ह्यांचा संबंध तापकांतील पाण्याशी असतो. आणि हे तीन अथवा चार इंचांच्या अंतराने तापकास लावलेले असतात. ह्यांपैकी वरच्या दोन बाण्याशयांस आणि खालच्या दोन जलाशयांस लागून असतात. हे काक उघडले आणि पाणी पाहिजे तितक्या उंचीचे तापकांत असले तर वरच्या दोन काकांमधून वाफेचा सोसाटा बाहेर पडेल आणि खालच्या दोन काकांतून पाणी बाहेर निघेल. बाण्याशयांबरोबर संबंध राखून असणारा असा एक काक उघडला झणजे तो बहुधा थंड पाण्याने भरलेला असेल (कारण वाफ ह्या ठिकाणी थंड होऊन राहते) झणून हे पाणी काढून टाकण्याकरिता हे काक कांहीं वेळ उघड ठेवावे. वरचे दोन काक उघडल्या बरोबर पाणी सुटले तर तापकांत पुष्कळ पाणी आहे असे समजावे.

प्र० ९०-गेजग्लास झणजे काय ?

उ०-३४ व्या आकृतीत ह्याचा देखावा दिला आहे. तीत A A ही कांचेची नळी होय. हिचा व्यास अर्ध किंवा पाऊण इंच असतो व लांबी १२ पासून १५ इंच पर्यंत असते. हिची जाडी $\frac{1}{2}$ इंचाची असते.

१ येथे पाणी थंड सांगितले, परंतु त्याचा इतकाच अर्थ आहे की, वाफेचे पाणी झाले झणजे त्यास थंड झणावयाचे. त्यात हात घातल्यास भाजेल.

हिचीं तोंडें तापकांतील जलाशयाशीं आणि वाष्पाशयाशीं
मिलून असतात. ह्या नळीच्या दोन तोंडांशीं दोन पड-
दे आहेत ते आकृतीत ई ई ह्या अक्षरांनीं दाखविले
आहेत, आणि प्रसंगवशात् ही कांचेची नळी फुटली
तर ते पडदे बंद करितात. ह्या गेजग्लासाच्या खाल-
च्या घुमटाकडे एक क तोटी लाविलेली आहे. तीस ब्लो
ऑफ काक असें झणतात. ई ई हीं द्वारे खुलीं केलीं झणजे
बरच्या द्वारावाटे वाफ आणि खालच्या द्वारावाटे पाणी
हीं नळींत भरतात. पाणी हें तापकांतील पाण्याच्या
उंचीबरोबर ह्या ग्लासांत चढून राहातें, तेणें करून
तापकांतील पाण्याची उंची कळून येते; हा या ग्लासा-
पासून मोठा उपयोग आहे. तापकांतील पाण्यांत सतत
फेरफार घडत असतात, ह्या कारणास्तव गेजग्लासां-
तील पाणी स्वच्छ असत नाही, आणि जोंपयेंत यंत्र-
काम करीत असतें तोंपयेंत तें सतत बर खालीं होत
असतें.

प्र० २१-वाफेचा दाब फार होऊन तापकास
इजा होऊं नये झणून काय तजवीज केली आहे?

उ०-वाफेचा दाब फार होऊं नये झणून यंत्ररक्षक
नांवाचा एक पडदा केलेला असतो. ह्या पडद्यास गोल
भोंकें असतात. तीं ३५ व्या आकृतींत अ ह्या अक्षरांनीं
दाखविलीं आहेत. ह्यांचा व्यास सुमारे ३ इंच असतो.
हीं बहुत करून घुमटाच्या माथ्यावर बसवितात. ह्यांतील
एक भोंकें V ह्या अक्षरांनीं २८ व्या आकृतींत दाखविलें
आहे. हीं भोंकें दुसऱ्या एका ब पडद्यानें दडपलेलीं
असतात. हा ब पडदा क क ह्या तरफांनीं (ई कमा-

णीच्या साद्याने) त्या पददावर चेंपून बसतो. हे भाग ३५ व्या आरुतीत दाखविले आहेत. अथवा ३६ व्या आरुतीत दाखविल्या प्रमाणे नुस्त्या कमाणीच्या साद्याने हीं भोंकें चेंपून ठेवतात. दर चौरस इंचास १०० पातून १३० पौडांचा साधारणतः तापकाचा असतो.

प्र० ९२-ह्या रक्षकद्वाराच्या भोंकावर कीति दाब ठेवावा लागतो ?

उ०-हा दाब ठराविण्याकरतां भोंकाचे क्षेत्रफळ चौरस इंचांत काढून त्यास वाफेच्या दर चौरस इंचाच्या तापकाच्या शिक्त दाद्याने गुणावे. उदाहरणार्थ-जर रक्षकद्वाराचे भोंक ३ इंच व्यासाचे असले तर, त्याचे क्षेत्रफळ ७ चौरस इंचांचें होईल, आणि वाफेचा तापकांतोत दाब १०० पौडांचा (दर चौरस इंचास) असे ग्रहण केलें तर, रक्षकद्वारावरील पददानें $7 \times 100 = 700$ पौडांच्या वजनाइतका दाब दिला पाहिजे. आतां हा दाब ३५ व्या आरुतीत दाखविल्या प्रमाणे तरफाकडून उत्यज करणें असल्यास रक्षकद्वाराच्या एकंदर वजनास, तरफाच्या लहान भुजेस गणून त्यास ४ ने (स्रणजे तरफाच्या एकंदर लांबीने) भागावे. ३५ व्या आरुतीत तरफाची लहान भुज ३.३ इंच लांब आहे, आणि तरफाची लांबी ३५ इंच आहे स्रणून जर पददानें ७०० पौडांच्या दाद्याने दाबावे असें असेल तर तरफाच्या शेवटावर,

$$\frac{700 \times 3.3}{35} = 70 \text{ पौडांचा दाब पडेल.}$$

सणून ३ कमाणीने ७० पांढांच्या तणाव्याने तर-
फाचें शेवट खाली ओढून ठेवें पाहिजे. कमाणीचा
दाब ३६ व्या आकृतीत दाखावेल्याप्रमाणें घेत रक्ष-
कद्वाराच्या तोंडावर देणें असल्यास त्या कमाणीचा तणा-
वा द्वारावरील दाबाइतका असला पाहिजे. हा तणावा
वाढविणें माल्यास कं कं मळसूत्रें आवळावीं. कमाणीची
एक साधी आकृति ३७ व्या आकृतीत दाखविली आहे.

प्र० ९३-तापकांतील वाफेचा दाब कसा
समजतो ?

उ०-तापकांतील वाफेचा दाब बाष्पदर्शक यंत्रांकडून
समजतो. हीं यंत्रे दोन प्रकारचीं आहेत. त्यांपैकीं पाह-
ल्या बाष्पदर्शक यंत्राचें वर्णन व क्रिया हीं सांगतो.

३८ व्या आकृतीत ह्या यंत्राचे बाजूचा देखावा दिला
आहे. ह्या यंत्रांत वाफेचा दाब एका तबकडीवर पडतो.
३८ व्या आकृतीत ही तबकडी अं व अक्षरांनीं दाख-
विली आहे. ही पातळ पत्र्याची असून लवचिक असते.
३९ व्या आकृतीत ह्या यंत्राचा पुढचा देखावा दाखविला
आहे. त्यांत दर्शनी तबकडी (सणजे जिच्यावर अंश
मांडलेले असतात ती) काढून टाकली आहे, आणि आं-
तील तबकडी काळ्या छापेनें दाखविली आहे. आतां
३८ व्या आकृतीत प्रथमतः वाफ कं नळींत भरते, तेथून
हं छिद्रावाटे लवचिक तबकडीच्या मागील पोकळीत
भरते. येथें ही तबकडी लवचिक असल्या कारणानें वाफ
तीस दाबते. ह्या तबकडीच्या मध्यस्थानीं एक कांटा बस-
विलेला असतो. हा कांटा आकृतीत फं अक्षरानें दाखविला
आहे. हा कांटा गं हं के ह्या तर्फास जोडला आहे, त्या

तर्फांची अट ह ठिकाणी आहे. ह्या तर्फाच्या के टोंकास ल ह्या दांड्याचें एक टोंक जोडून दिलें आहे. पुनः ल ह्या दांड्याचें दुसरें टोंक म ह्या दांत्याच्या मुजेस जोडलें आहे. ही भुज ३८ व्या आकृतींत न असतानें दाखविली आहे. हिची अट ऊ या ठिकाणी आहे. न दांत्याचें वर्तुळ दुसऱ्या एका प या दांत्याच्या वर्तुळास जोडलें आहे. आणि प वर्तुळ एका आंसावर फिरतें राखलें आहे. ह्या आंसास एक दर्शनी कांटा (घड्याळांत असतो त्या प्रमाणें) बसविलेला असतो. हा दर्शनी कांटा ३९ व्या आकृतींत दाखविला आहे.

बरील रचनेवरून उघड आहे कीं म व ही लवचिक तबकडी बाफेच्या दावानें फुगेल त्या वेळेस के ह म हा वक्र तार पुरें इटेल, आणि त्याची गति ल दांड्याकडून न दांड्याच्या वर्तुळास पोहोचेल, तें एकलून प वर्तुळ आपला आंस व दर्शनी कांटा ह्यांस घेऊन फिरेल.

ह्या यंत्रांत वक्र सरळ दिशेनें भरूं नये, कारण तशा-नें तबकडीचें मृदुलत्व कमी होईल सगून तीस वक्र दिशेनें नेतात.

६३ व्या आकृतींत दुसऱ्या प्रकारचें बाणदर्शक यंत्र दाखविलें आहे, त्याची दर्शनी तबकडी काढून टाकली आहे. a b c ही एक वाटोळी चपटी धातूची नळी आहे. ह्या नळीच्या आंतल्या अंगानें बाफेचा दाब पडून तिचीं बांदें सरळ होऊं पाहतात. ह्या नळीचें K टोंक एका d तर्फास जोडलें आहे आणि d तर्फाच्या दुसऱ्या टोंकास दांत्याचेंच चक्र जोडलें

आहे. नळीचीं दोन टोंकें फाकूं लागतात त्या वेळेत तर्फास आणि दात्याच्या चक्रास गति मिळते. ह्या गतीपासून रं रं हा दर्शनी कांटा फिरतो, तेणेंकरून दर्शनी तबकडीवरील बाकेच्या दावाचे अंश कांटा दाखवितो. ह्या दर्शकांत गं नळीवाटे बाफ जाऊन वक्र नळी फाकूं लागते.

प्र०-१४ हीं बाष्पदर्शक यंत्रें कशीं तपासतात?

उ०-जर दर्शक बरोबर असेल तर कांटा सावकाशपणें तापकांतील उष्णतेच्या प्रत्येक फेरफाराबरोबर फिरतो, आणि त्यांत ती जाण्याची बंद केली तर तो एकदम दान्यबिंदूवर येतो.

प्र० १५-बाफेची शिटी झणजे काय व ती कशासाठी फुंकतात ?

उ०-(आकृति ४० पाहा.) त्यांत ही शिटी बाजूच्या देखाव्यानें दाखविली आहे. हींत अं ई एक घंटा. कृति पितळेचें पात्र उपरें घसाविलेलें आहे. ह्या पात्राच्या कडा बाक निघण्याच्या दरवाजासमोर अणून टेंगविलेल्या आहेत. तो दरवाजा अं अं ह्या अक्षरानें दाखविला आहे. ह्यांतून सुटलेली बाफ मोठ्या दावाची असल्या कारणानें ती भांड्याच्या पोकळींत शिरून मोठा नाद उत्पन्न होतो. रस्त्यावर काम करणाऱ्या लोकांस रस्त्यावरून दूर होण्याकरितां ही शिटी फुंकतात.

प्र० १६-ह्याशिवाय तापकास दुसऱ्या कोणत्या कळी आहेत ?

उ०-याशिवाय एक विस्तवापर फुंकर मारण्याची कळ आहे. तिची मूठ ३४ व्या आकृतींत b अक्षरानें

दाखविली आहे. ही कळ फिरविली झणजे तापकांतून मोट्या जोराचा वाफेचा ओघ निघून तो चिमणीवाटे बाहेर पडत असतां भट्टींतल्या विस्तवावर चांगला फुंजार वसतो. ह्या कळीस हिटर असेंही झणतात. हिटर ह्या शब्दाचा अर्थ तापविणारा असा आहे.

पेटकाक उघडून जोरनळाचें काम बरोबर आहे किंवा नाहीं हें पाहण्याकरितां e e ह्या दुसऱ्या दोन कळी आहेत.

कंठद्वार.

Throttle Valve.

प्र० ९७-भागगाडी चालू करण्याकरितां तुं
व्यांत वाफ कशी सोडतात ?

उ०-तुंच्यांत वाफ सोडण्याकरितां आणि बंद करण्याकरितां एक कळ केलेली आहे, तीस कंठद्वार असें झणतात. क्राउन फ्लेटीवरील पोफळीत शुष्कनळीच्या तोंडाजवळ हें बसविलेलें आहे. ज्या वेळेस हें द्वार बंद असतें त्या वेळेस वाफेचा मोठा दाब त्यावर असतो, त्यामुळे हें उघडण्यास बराच जोर लागतो. यंत्र चालू करतांना हें द्वार एकदम खोलून दिलें तर मोठा अपघात होतो, ह्यासाठीं गाडीवानां तें एकदम खोलू नये.

आलीकडे कंठद्वार दुसऱ्या एका तऱ्हेचें केलें आहे तें १० व्या आकृतीत H ह्या अक्षरानें दाखविलें आहे. शुष्क नळींतून जाणाऱ्या वाफेचा ओघ बाणानें दाखविला आहे तो पहा.

प्र०९८-हे दार कसे उघडतात ?

उ०-त्यास एक दांडा लावून त्यास मूठ बसविली आहे, ती गाडीवान चालवितो, ह्या मुठीस रेग्युलेटर असेही म्हणतात. रेग्युलेटर ह्याचा अर्थ चालक म्हणजे चालविणारा असा आहे.

भाग ७ वा.

उघडीची कळाशी.

The Valve-Gear.

प्र०९९-भागगाडीच्या उघडीची कळाशी काय जे काय ?

उ०-उघडीची कळाशी म्हणजे विषमकेंद्रिय चक्र दांडे, कड्या, डोल्या इत्यादिकांची जुळणी, ज्यांत सांगितली आहे तीस उघडीची कळाशी असं म्हणतात.

प्र० १००-ह्या कळाशीचा काय उपयोग आहे ?

उ०-ह्या कळाशीपासून उघडीची चाल बरोबर रहाते आणि ही कळाशी अशा रीतीने जोडावी लागते की, तिजपासून भागगाडी मार्गे अथवा पुढे चालू शकेल, आणि चाकाच्या गतीत पाहिजे तेव्हा व पाहिजे त्या दिशेस इच्छेनुरूप त्वरित फेरफार करितां येईल.

प्र० १०१-उघडीची कळाशी कशी जोडली आहे की त्यापासून यंत्र मार्गे अथवा पुढे चालवें ?

उ०-ह्याजबडल मार्गे सांगितलेच आहे की, प्रत्येक तुंब्यास दोनदोन विषम केंद्रिय चाकें लावतात. ही चाकें

अशा तऱ्हेने बसविलीं आहेत कीं, त्यांतून एक एक विषमकेंद्रिय चाक यंत्रास पुढे नेते आणि दुसरे एक एक त्यास मार्गें नेत.

प्र० १०२-प्रत्येक तुंब्यास हीं विषम चाकें कशीं बसविलीं आहेत कीं, जेणेंकरून एक जोडो यंत्रास पुढें चालविते आणि दुसरी मार्गें चालविते ?

उ०-ह्याजबडलच्या स्पष्टीकरणार्थ ४२ वी आकृति पहा. ह्या आकृतींत व दटद्या मागील दटद्याच्या आरंभीं उभा आहे आणि व उघडी पुढला बाणमार्ग उघडण्याच्या वेतांत आहे. आतां दटद्याच्या मागील दणका पुरा करण्यास्तव तुंब्याच्या पुढल्या वोंडांत बाक सोडण्याकरितां पुढला बाणमार्ग उघडला पाहिजे झणून उघडीनें ह बाणाच्या दिशेस सरकलें पाहिजे. आतां हा प्रकार चालत असतां दोऱ्याची वरील भुज ही (जो र अक्षरानें आकृतींत दाखविली आहे) त्याच दिशेस वळली पाहिजे, आणि त्याची खालची भुज तद्विरुद्ध झणजे ह बाणाच्या दिशेस फिरली पाहिजे. आतां, पाऊ न बाणाच्या दिशेस फिरविण्याची असल्यास विषमकेंद्रिय चाक्या मध्य भांताच्या कव्याच्या वर आला पाहिजे झणजे दोऱ्या ह बाणाच्या दिशेस वळेल. आतां अशी कल्पना करूं कीं ४२ व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें न बाणाच्या दिशेस पाऊ फिरली असती तरी त्या प्रयोगांत देखील उघडी पूर्वी प्रमाणेंच फिरली असती, झणजे पुढला बाणमार्ग उघडून बाक भांत भरल्यानें दटद्या मार्गें गेला असता. परंतु जर पाऊ ह्याप्रमाणें

(सगजे ४२ व्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे) फिरली असती तर विषमचाकाचा मध्य आंसाच्या मध्याच्या खाली आला असता, व डोल्याची खालची मुज क बाणाच्या दिशेत आणि उघडी अ बाणाच्या दिशेत फिरती. बासार्ठी दट्याच्या दणक्याच्या आरंभी (४१ व्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे) विषमकेंद्रिय चाकाचे मध्य अशा रीतीने बसविले पाहिजेत की, एकाचा मध्य आंसाच्या मध्याच्या वर आणि दुसऱ्याचा आंसाच्या मध्याच्या खाली असे पेटील.

प्र० १०३-विषमकेंद्रिय चाकाची गति उघडीस कशा तऱ्हेने पोहोचविली आहे ?

उ०-विषम चाकांच्या मुजांची टोंके एका A B व्हा कडीस जोडली आहेत. (आकृति ४४ पाहा) ही कडी किंचित कमानदार असून तीस एक कोर पाडलेली आहे. तिच्या एका शेवटापासून दुसऱ्या शेवटापर्यंत मोकळेपणीं फिरे अशी कप्पी बसविली आहे. ही कप्पी आकृतीत B अक्षराने दाखविली आहे. डोल्याची खालची मुज B कप्पीस खिळविली आहे. हा सांधा बोटाच्या पेरप्रमाणे केला आहे. विषम चाकांच्या k आणि d मुजा कडीच्या दोन शेवटांस e आणि f व्हा ठिकाणीं जोडल्या आहेत. जर कडी (४४ व्या आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे) खाली सोडली असली तर बरोल विषमकेंद्रिय चाकाच्या मुजेची गति (जें चाक यंत्रास पुढें चालवितें त्याची) डोल्यास भिळेल आणि जेव्हां कडी (४५ व्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे) वर ओढली असेल त्या वेळेस उघडी खालच्या विषम चा-

काच्या (जें येन्नास मागें नेतें त्याच्या) ८ भुजेंन चालेल.

आतां गाडी मागें अथवा पुढें चालविणें असेल त्या वेळेस कडी वर अथवा खाली वारंवार करावी लागेल. राहाटचा झणून मागें एक येन्ना सांगितलें आहे, व्यापासून कडी वर खाली कारितात. गाडीवानानें राहाटचाचा दांडा पुढें लोटून ठेविला झणजे कडी खाली पडते आणि त्यामुळें डोल्या आणि उघडी हीं पुढें चालणाऱ्या विषमचक्राच्या भुजेंन चालू लागतात, झणजे गाडी पुढें चालते आणि राहाटचास मागें ओढून ठेविला तर कडी वर उचलते, झणजे मागें नेणाऱ्या विषम चाकाच्या भुजे-कडून उघडी चालते, झणजे गाडी मागें चालते.

प्र० १०४-ह्या कडीच्या गतीपासून उघडीच्या चालींत कसा फेरफार होतो ?

उ०-कडी वर अथवा खाली केल्यानें तदनुसार उघडीची चाल बदलते, त्या वेळेस कडीतील कप्पी आणि डोल्याची खीळ हीं कांहीं अंतरानें विषम चक्राच्या भुजेच्या वर किंवा खाली असतात. जसें ४६ व्या आकृतींत वरील विषम चक्राच्या भुजेची गति आणि ४५ व्या आकृतींत खालच्या विषम चक्राच्या भुजेची गति डोल्याच्या खिळास आणि तेथून उघडीस पोहोचून दिल्या आहेत.

प्र० १०५-तुंध्यांत वाफ जाणे त्या वेळेस तिचा दाब किती असावा ?

उ०-तो तापकाच्या दाबाइतका असावा. जर कंठद्वार अथवा बाष्पमार्ग हें पूर्णपणें न उघडलें तर वाफ

फुकट जाते. अशावेळीं जी वाफ भरुंद रस्त्यानें तुंग्यांत
मरते त्यावेळेस तिची तार निघते असें झणतात.

प्र० १०६-रहाट्यास गाडीच्या कोणत्या वि-
काणी नसावेतात ?

८०-त्यास (अ आरुतीत दाखविण्याप्रमाणें) क क फूट बोर्डवर उजव्या वाजूस वसवितात. आरुतीत ऊं ऊं फूट बोर्डवर उजव्या वाजूस वसवितात. आरुतीत ऊं ऊं हा तरफ आहे त्याची अठ तरकाच्या खालच्या टोंकाजवळ असते. राहाट्याच्या वाजूचा देखावा ४७ व्या आरुतीत आणि पुढचा ४८ व्या आरुतीत दाखविला आहे. ४७ व्या आरुतीत क क हे दोन अर्धचंद्राकृति तरफ राहाट्याच्या दोन वाजूंस वसविले आहेत, त्यांस दावे पाडलेले असतात. हे दावे न न न न न न न न न न द्या अक्षरांनीं दाखविले आहेत, त्यांत ल अक्षरांना दाखविलेली खोळ अडकून राहाते. ही खोळ ह द्या जोरपटीत मोकळेपणीं फिरते. राहाट्यास उभा केला झणजे दां- त्यांत ती आडकून बसते. ही ल खोळ द घोडाचारून चालवितात. जेव्हां राहाट्याची मूठ (अ अक्षरांनीं दाखविलेली आहे) गाडीवान धरतो, त्यावेळेस घोडाही पकडला जातो. इ द्या अटीसारख्या खिळीवर तो चालतो. र र द्या दांड्यानं घांटा खिळीस जोडला आहे. मूठ दाबली झणजे द्या दांडयाकडून खोळ दांत्यांतून पर उच्चलते.

प्र० १०७-वर सांगितलेल्या अर्धचंद्राकृति तर्फी-
स किती दांते भसावे ?

उ०-ते इतके असावे की, जेव्हा राहाटचा कोण-